



ulm university universität
uulm

Universität Ulm | 89069 Ulm | Germany

**Fakultät für
Ingenieurwissenschaften
und Informatik**
Institut für Datenbanken
und Informationssysteme

Analyse zur Verwendung der Workflow Pattern und der Business Process Modelling and Notation bei der Modellierung von Prozessen

Bachelorarbeit an der Universität Ulm

Vorgelegt von:

Fatma Gündogdu

Fatma.Guendogdu@uni-ulm.de

Gutachter:

Prof. Dr. Manfred Reichert

Betreuer:

Andreas Lanz

2014

Fassung 30. Oktober 2014

Zusammenfassung

Im Laufe der letzten Jahre hat das Interesse an der graphischen Modellierung von Geschäftsprozessen im unternehmerischen Umfeld immer mehr zugenommen. Es wurden daher zahlreiche Notationen entwickelt, die dabei helfen sollen, vorhandenes Wissen ausdrucksvoll und sinngemäß als graphische Abbildung wiederzugeben.

Die Business Process Model and Notation, kurz BPMN, konnte sich dabei besonders hervorheben. Sie leistet somit einen großen Beitrag zur Reduzierung der Kluft zwischen Business und IT. Diese Modellierungssprache bietet eine breite Palette an Modellierungselementen an, um auch möglichst komplexe Sachverhalte darstellen zu können. Die Anzahl ist jedoch so umfangreich, dass es kaum notwendig ist jedes der Modellierungselemente in einem Kontext zu verwenden. Es ist daher wichtig herauszufinden und abzugrenzen, welche der von BPMN angebotenen Symbole in der Praxis tatsächlich eingesetzt werden und entsprechend relevant sind und welche bei der Prozessmodellierung eher unbenutzt bleiben.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, diese Menge herauszufinden und sie mit den Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen zu vergleichen, um eine allgemeingültige Aussage treffen zu können. Dazu wird die Modellierungssprache BPMN in der Version 2.0 anhand realer Prozessmodelle aus dem Universitären Umfeld evaluiert und kritisch bewertet.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Zielsetzung.....	2
1.2. Aufbau der Arbeit	3
2. Grundlagen	5
2.1. BPMN.....	5
2.2. Symbole in BPMN	6
2.2.1. Diagrammarten	7
2.2.2. Aktivitäten.....	8
2.2.3. Konnektoren.....	9
2.2.4. Ereignisse	10
2.2.5. Gateways	12
2.3. Workflow Patterns	14
2.3.1. Basic Control Flow Patterns	15
2.3.2. Advanced Branching and Synchronization Patterns	17
2.3.3. State-based Patterns.....	18
2.3.4. Cancellation and Force Completion Patterns	19
2.3.5. Iteration Patterns.....	20
2.3.6. Termination Patterns.....	21
2.4. Zusammenfassung.....	22
3. Analyse	23
3.1. Datenquellen	23
3.2. Analyse der Prozessmodelle	24

3.3. Auswertung der Analyse	26
3.3.1. Häufigkeitsanalyse	26
3.4. Detaillierte Analyse.....	30
3.4.1. Häufigkeitsanalyse II	31
3.4.2. Korrelationsanalyse.....	35
3.4.3. Clusteranalyse	38
4. Verwandte Arbeiten	41
4.1. Vergleich der Ergebnisse	43
5. Fazit	45
A. Anhang	47
Abbildungsverzeichnis	49
Diagrammverzeichnis	51
Tabellenverzeichnis	53
Literaturverzeichnis	55

1

Einleitung

Um als Unternehmen langfristig erfolgreich zu sein, müssen neben dem Zeitmanagement unter anderem die einzelnen Arbeitsaufgaben der Mitarbeiter entlang eines Arbeitsablaufs miteinander koordiniert werden. Diese sogenannten Prozesse bestehen hierbei aus einer Menge von untereinander abhängigen Tätigkeiten, die in einer bestimmten Abfolge ausgeführt werden [All08]. Falls ein Prozess sich an einem Geschäftsziel orientiert, wird er als Geschäftsprozess bezeichnet. Die Koordinierung eines Unternehmens mit einer Vielzahl von einzelnen Arbeitsaufgaben und Mitarbeitern ist häufig sehr komplex. Um diese Aufgabe bewältigen zu können, bedarf es daher eines effizienten Geschäftsprozessmanagements. Geschäftsprozessmanagement, auf Englisch **Business Process Management (BPM)**, bezeichnet die Gestaltung, Steuerung, Dokumentation und Verbesserung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens, um damit die Ziele, die sich das Unternehmen selbst gesetzt hat, zu erreichen [Sta06]. BPM wird demzufolge dann gebraucht und angewendet, wenn

- bestehende Prozesse verbessert,
- bestehende Prozesse dokumentiert oder
- neue Prozesse eingeführt werden sollen. [FRH10]

Dabei gibt es verschiedene Methoden wie man ein Prozess erfassen und somit beschreiben und analysieren kann. Die bekannteste Methode ist ein Geschäftsprozess in Textform zu beschreiben. Hierbei besteht die Möglichkeit tief ins Detail zu gehen und das Wissen sehr ausführlich wiederzugeben. Diese Genauigkeit ist daher auch der grundlegende Vorteil des Textformates. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass Seitenlange Dokumente viel Einarbeitungszeit in Anspruch nehmen und meist branchenspezifisches Wissen voraussetzen, um ein Verständnis für die Sachlage zu bekommen.

Es ist daher eine Methode notwendig, die es erlaubt, den genauen Ablauf eines Prozesses so einfach und verständlich wie möglich zu dokumentieren, sodass alle Beteiligten, seien es Mitarbeiter aus der Fachabteilung oder Nicht-IT-Spezialisten, in der Lage sind, dass vorhandene Wissen leicht zu verstehen. Eine Methode hierfür sind grafisch orientierte Modellierungssprachen, sogenannte (Prozess-)Notationen. Im Gegensatz zu anderen Darstellungsformen besitzen diese viele Vorteile und eignen sich optimal für die Beschreibung von Prozessen. Einer dieser Vorteile ist, dass ein Prozessmodell für Beteiligte aus unterschiedlichsten Bereichen, wie z.B. der Business und der IT, leicht verständlich ist und dadurch eine gute Basis für die Kommunikation zwischen diesen Gruppen schaffen kann [Koc11]. Die grafische Darstellung kann als eine Art Universalsprache angesehen werden, welche meist intuitiv verständlich ist und kein besonderes Hintergrundwissen verlangt, um von allen Beteiligten verstanden zu werden. Komplexe Vorgänge lassen sich einfach und vor allem kompakt mit einer graphischen Notation realisieren und sind zudem auch anschaulicher als textuelle Beschreibungen [Bos09]. Um einen Geschäftsprozess grafisch zu modellieren, gibt es mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlicher Notationen. Eine Notation wiederum besteht aus einer Menge von Symbolen bzw. Elementen, die jeweils eine bestimmte Bedeutung haben. In dieser Arbeit wird auf die Notation **Business Process Model and Notation (BPMN) 2.0** eingegangen, welcher eine internationale Standardisierte Modellierungssprache für Prozesse ist. Das Hauptziel von BPMN ist es, eine Modellierungssprache zu entwickeln die von jedem Betrachter, sowohl von den Business- als auch von der IT- Anwendern gleichermaßen und einfach verstanden wird. Um dieses Ziel zu erreichen, bietet die Notation eine Vielzahl von Modellierungselementen an, um Prozesse sowohl aus der fachlichen als auch aus der technischen Perspektive abzubilden.

1.1. Zielsetzung

Bei einer standardisierten Modellierungssprache, die in vielen Bereichen und vor allem von vielen verschiedenen Benutzergruppen verwendet wird, ist es natürlich wichtig, dass die Notation einem je nach Anwendungsgebiet die Möglichkeit bietet einfache und leicht lesbare oder komplexere und detailliertere Geschäftsprozesse zu modellieren. Je nach Anwendungsgebiet

muss zudem zwischen fachlichen und technischen Prozessen unterschieden werden, da diese in der Ausmodellierung verschiedene Aspekte beinhalten müssen. Nicht zuletzt auf Grund dessen stellt BPMN in der Version 2.0 eine sehr große Menge an Modellierungselementen bereit. Damit kommt jedoch auch die Frage auf, ob bei dieser großen Anzahl an Modellierungselementen auch wirklich alle in der Praxis notwendig sind bzw. alltagstauglich sind. Wie viele und welche Symbole benötigt man tatsächlich um einen ausdrucksvollen und korrekten Prozess zu gestalten? Mit dieser Fragestellung wird sich diese Arbeit auseinandersetzen und die Modellierungssprache BPMN 2.0 anhand realer Prozessmodelle dahingehend evaluieren. Ziel ist es, herauszufinden, in welchem Maß welche Modellierungselemente in der Praxis verwendet werden und somit von Relevanz sind. Zusätzlich werden die sogenannten Workflow Patterns [AHKB03] miteinbezogen, die von BPMN unterstützt werden. Da BPMN eine unstrukturierte Prozessmodellierung unterstützt, ist die Fragestellung, ob ein Prozessmodell dennoch blockstrukturiert modelliert wurde, ebenfalls von Interesse. Eine blockstrukturierte Modellierung ist vor allem wichtig, um mögliche Deadlocks (dt. Verklemmungen) zu vermeiden [Mun08] aber auch um Modellierungsfehler vorzubeugen und vor allem die Lesbarkeit zu fördern [MRA10]. Um diese Fragen beantworten zu können, wird ein Datensatz mit einer Vielzahl von Prozessmodellen aus dem universitären Umfeld analysiert. Dazu werden verschiedene statische Verfahren angewendet, um die resultierenden Ergebnisse zu beurteilen. Außerdem werden diese Ergebnisse mit den Ergebnissen vorhergehender Untersuchungen verglichen um Gemeinsamkeiten oder auch Unterschiede zu erkennen und zu diskutieren.

1.2. Aufbau der Arbeit

Nach der Einführung in die Thematik soll nun in diesem Abschnitt ein Überblick über den weiteren Ablauf der Arbeit gegeben werden. In Kapitel 2 werden die Grundlagen der Modellierungssprache BPMN aufgeführt und verschiedene Modellierungselemente vorgestellt, die für die Evaluierung von Bedeutung sind. Diese Einführung dient dem besseren Verständnis der Arbeit und ist daher von wesentlicher Bedeutung. Anschließend werden die sogenannten Workflow Patterns dargestellt und erklärt, was diese sind und welchen Zusammenhang sie zu Modellierungssprachen haben. Am Anfang von Kapitel 3 wird nochmal näher auf das Vorhaben dieser Arbeit eingegangen und der untersuchte Datensatz vorgestellt. Als nächstes werden die Ergebnisse der Evaluierung vorgestellt und mit passenden Diagrammen veranschaulicht. Infolgedessen werden die Resultate diskutiert und, sofern möglich Erklärungen hierfür abgegeben. Im nächsten Kapitel werden die Ergebnisse dieser Arbeit mit Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen verglichen. Zum Schluss folgt in Kapitel 5 mit einem Fazit eine Zusammenfassung der Arbeit.

2

Grundlagen

In diesem Kapitel werden einige grundlegende Begrifflichkeiten zur Prozessmodellierung eingeführt und näher erläutert. Zu Beginn wird die Modellierungssprache BPMN 2.0 vorgestellt [OMG11]. Anschließend werden die Wichtigsten ihrer Modellierungselemente eingeführt und beschrieben. Als nächstes wird auf die Workflow Patterns eingegangen [AHKB03], die in der Evaluierung ebenfalls betrachtet wurden. Auch hier werden im Anschluss die wichtigsten Pattern dargestellt und kurz beschrieben, um einen Überblick über die analysierten Konstrukte zu verschaffen.

2.1. BPMN

Im Folgenden wird die graphische Modellierungssprache Business Process Model and Notation (BPMN) vorgestellt [OMG11], mit welcher sich diese Arbeit beschäftigt. Zunächst wird kurz eingeleitet was die Notation BPMN im Allgemeinen ist. Anschließend wird diskutiert welche Basissymbole Sie beinhaltet und welche Bedeutung diese jeweils haben.

BPMN ist eine graphische Spezifikationssprache für Prozessmodelle die von der Business Process Management Initiative (BPMI) entwickelt wurde. BPMN regelt die Notation, die Syntax

und die Semantik der entsprechenden Prozessmodellierungssprache. Das heißt, sie beschreibt, wie die Symbole dargestellt werden, wie sie kombiniert werden dürfen und setzt ihre inhaltliche Bedeutung fest [Koc11]. Die Besonderheit von BPMN gegenüber andere Prozessmodellierungssprachen liegt darin, dass sie im Jahr 2005 von der Object Management Group (OMG), einem Institut das sich mit der Entwicklung von Standards beschäftigt, übernommen wurde und seither als Standard der OMG gilt [FRH10]. Dadurch stieg das Interesse an BPMN in vielen Unternehmen an und machte sie für diese attraktiver als andere populäre Notationen wie z.B. die Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) [Sch02] oder die Unified Modeling Language (UML) [OMG12], obwohl letzteres ebenso von der OMG verwaltet wird. 2013 wurde die BPMN Version 2.0.1 in Form der ISO/IEC 19510:2013 [ISO13] zu einem internationalen Standard für die Prozessmodellierung erklärt. Dadurch konnte auch eine Brücke für die viel beklagte Kluft zwischen Design und Implementierung von Geschäftsprozessen geschaffen werden. Dies sind entscheidende Faktoren für den weltweiten Einsatz und Erfolg von BPMN.

2.2. Symbole in BPMN

In dem ca. 500- seitigen Dokument der BPMN-Spezifikation sind alle Modellierungselemente mit ihrer Bedeutung und ihren Regeln definiert [OMG11]. Mittlerweile besitzt die aktuelle Version BPMN 2.0 mehr als 100 Modellierungselemente [Koc11]. Die BPMN-Kernelemente werden in *Fluss-Objekte*, *Verbindende Objekte*, *Artefakte* und *Teilnehmer* kategorisiert [FRH10]. *Aktivitäten* bzw. *Aufgaben*, *Ereignisse* und *Entscheidungsmöglichkeiten* werden durch einfache geometrische Formen repräsentiert und fallen in die Kategorie „*Fluss-Objekte*“. Diese drei *Fluss-Objekte* werden mithilfe von Pfeilen miteinander verbunden, welches dann als *Sequenzfluss* bezeichnet wird und die Abfolge der einzelnen Elemente darstellt. Dabei müssen die *Fluss-Objekte* innerhalb eines *Pools* bzw. *Lanes* platziert sein. Mit *Pools* und *Lanes* wird die Frage „Wer?“ für die Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zuständig ist geklärt und dargestellt. Wenn ein Informationsaustausch zwischen zwei oder mehreren verschiedenen Pools, also Teilnehmern, besteht, wird dies als *Nachrichtenfluss* bezeichnet. *Artefakte* haben keine Auswirkung auf die Reihenfolge der Fluss-Objekte sondern dienen als Informationserweiterung und können an jedes Fluss-Objekt durch *Assoziationen* verknüpft werden.

In den nächsten Unterabschnitten werden die einzelnen Modellierungselemente vorgestellt, die bei der Evaluierung im Rahmen dieser Arbeit betrachtet wurden. Es wird somit die zu bewertende Symbolpalette definiert. Zum Grundverständnis werden auch die unterschiedlichen Konnektoren, also die Verbindenden Objekte von BPMN und seine Diagrammarten vorgestellt, was aber in der Bewertung nicht berücksichtigt wurde.

2.2.1. Diagrammarten

BPMN bietet vier Arten von Diagrammen an, mit denen ein Prozess modelliert werden kann. Das bekannteste und wohl auch das meist verwendete ist das Business Process Diagramm (BPD), auf Deutsch Prozessdiagramm. Bei dieser Diagrammart spricht man auch von einem „Orchestrierungsdiagramm“ [FRH10]. Die Bezeichnung stammt daher, dass die Prozessdiagramme in BPMN in Pools und Lanes unterteilt sind. Mit diesem Konstrukt kann die Aufgabenverteilung graphisch abgebildet und leichter organisiert werden. Der Pool übernimmt dabei die Rolle des „Dirigenten“, das heißt er steuert das ganze Geschehen der Prozesse und nimmt dabei die tatsächliche Zuordnung der Aufgaben vor. Pools repräsentieren meistens eine Organisation. Unter Verwendung von Lanes wird das „Orchester“ vorgestellt, also die einzelnen Aufgabenträger die für bestimmte Tätigkeiten zuständig sind. Lanes können dabei stellvertretend für Rollen, Organisationseinheiten oder IT-Anwendungen stehen. Jede Lane befindet sich in einem Pool. Dies soll auch eine Analogie zu einer „Swimlane“ (dt. Schwimmbahn) herstellen soll. In dieser Swimlane können die einzelnen „Schwimmer“ nur in den Bahnen schwimmen, denen sie zugeteilt wurden [FRH10]. Das heißt, jeder Aufgabenträger wird durch eine separate Lane abgebildet und arbeitet nur die Aufgaben ab, mit denen er beauftragt wurde. Es besteht auch die Möglichkeit einzelne Lanes noch weiter zu verschachteln, um eine detailliertere Organisationsstruktur zu ermöglichen wie es in Abbildung 2.1 dargestellt ist.

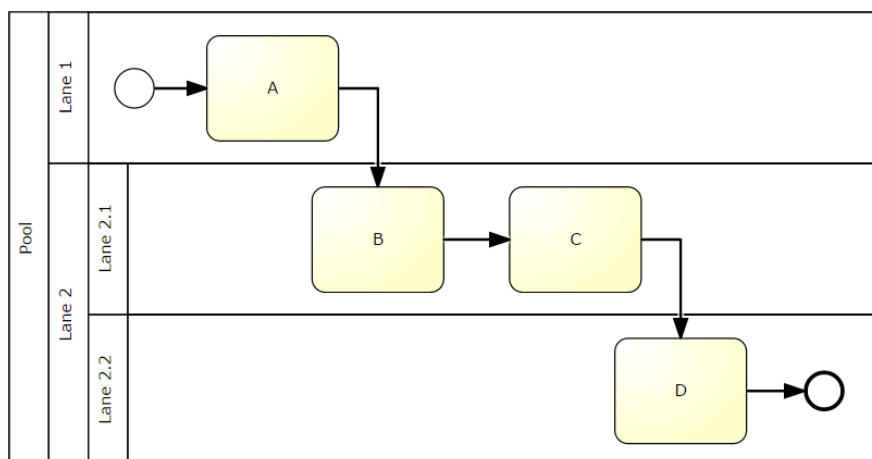


Abbildung 2.1: Business Process Diagramm (BPD, dt. Prozessdiagramm)

Neben dem Prozessdiagramm gibt es in BPMN auch das Kollaborationsdiagramm, zu sehen in Abbildung 2.2. Hiermit wird die Zusammenarbeit (Kollaboration) mehrerer unabhängiger Pools bzw. Prozesse modelliert [FRH10]. Falls, wie im Falle von Abbildung 2.2, die Verbindungspfeile über eine organisatorische Grenze (d.h. einem Pool) hinweg fließen, wird kein Sequenzfluss sondern ein Nachrichtenfluss verwendet. Dieser Nachrichtenfluss symbolisiert den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Teilnehmern. Er wird grafisch mit einem

Kreis am Anfang des Pfeiles an einem Pool, einer Aktivität oder einem Nachrichtenereignis angedockt und mit dem entsprechenden Gegenpart verbunden, welches ebenfalls eines dieser drei Modellierungsobjekte sein muss. Außerdem gibt es seit der BPMN Version 2.0 noch das Choreographiediagramm und das Konversationsdiagramm. Auf diese wird im Folgenden nicht weiter eingegangen, da sie in dieser Arbeit nicht relevant sind.

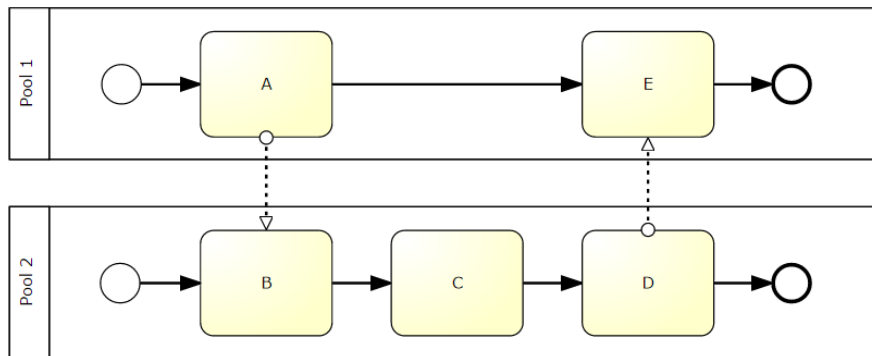
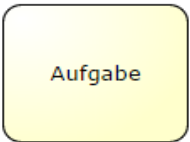
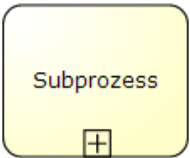



Abbildung 2.2: Kollaborationsdiagramm

2.2.2. Aktivitäten

Ein zentrales Modellierungselement in der BPMN sind Aktivitäten. Aktivitäten sind Aufgaben oder Teil- bzw. Unterprozesse. Sie werden durch Rollen im Prozess ausgeführt. Dabei muss eine Rolle keine konkrete Person sein. Aktivitäten bilden die Grundbasis eines Geschäftsprozesses, da dieser aus einer Reihe von Aktivitäten besteht. In Tabelle 2.1 werden die unterschiedlichen Aktivitäten vorgestellt.




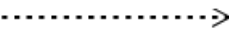

 <p>Abbildung 2.3: Aufgabe</p>	<p>Eine Aufgabe (siehe Abbildung 2.3) repräsentiert einen Arbeitsschritt und wird in Form eines abgerundeten Rechtecks dargestellt. Sie ist atomar, das heißt sie kann nicht weiter unterteilt werden. Aufgaben stellen somit die einfachste Arbeitseinheit dar. Oft wird für Aufgaben auch der englische Begriff „Task“ verwendet.</p>
 <p>Abbildung 2.4: Subprozess</p>	<p>Ein Unterprozess, im folgenden Subprozess genannt, ist eine weitere Art der Aktivität (siehe Abbildung 2.4). Er wird ebenfalls als abgerundetes Rechteck dargestellt, jedoch mit dem Unterschied das ein  - Zeichen ihn als zugeklappten Subprozess markiert. Beim aufklappen enthält der Subprozess ein eigenes Prozessdiagramm. Dies ermöglicht einen Arbeitsschritt detail-</p>

	lierter zu beschreiben und gleichzeitig die Komplexität des gesamten Prozessmodells gering zu halten.
--	---

Tabelle 2.1: Aktivitäten

2.2.3. Konnektoren

Mithilfe von Konnektoren kann unter anderem die Abfolge eines Prozesses dargestellt werden. BPMN bietet unterschiedliche Formen und Arten von Konnektoren an, die auch jeweils in verschiedene „Kontexte“ gebraucht werden. Sie werden durch Pfeile repräsentiert, die sich in ihrer Ausprägung unterscheiden. Die einzelnen Konnektoren werden in Tabelle 2.2 vorgestellt.




 Abbildung 2.5: Sequenzfluss	Ein Sequenzfluss verbindet innerhalb eines Pools zwei Flussobjekte miteinander. Er definiert darüber hinaus auch die Abfolge der Ausführung, indem die Pfeilrichtung angibt, welches das nächste Flussobjekt in der Ausführungsfolge ist. Abbildung 2.5 zeigt, wie solch ein Sequenzfluss aussieht. Er wird in Form eines gefüllten Pfeiles mit durchgezogener Linie dargestellt.
 Abbildung 2.6: Nachrichtenfluss	Ein Nachrichtenfluss wird durch einen leeren Pfeil mit gestrichelter Linie dargestellt (siehe Abbildung 2.6). Ein Nachrichtenfluss wird verwendet, wenn ein Nachrichten- bzw. Informationsaustausch zwischen zwei verschiedenen Pools realisiert werden soll. Die Abfolge der Nachrichten kann durch Kombination mit dem Sequenzfluss spezifiziert werden.
 Abbildung 2.7: Ungerichtete Assoziation	Assoziationen gibt es in drei unterschiedlichen Formen. Assoziationen werden immer in Verbindung mit Artefakten eingesetzt. Sie werden als gepunktete Linie dargestellt (siehe Abbildung 2.7) und stellen die Verknüpfung zwischen einem Artefakt und einem anderen Prozesselement dar. Eine gerichtete Assoziation, wie in Abbildung 2.8, ist mit einem Pfeil versehen, welcher unten offen ist. Dabei zeigt die Pfeilrichtung den Informationsfluss an, d.h. die Pfeilrichtung gibt an, ob ein Artefakt gelesen oder geschrieben wird. Abbildung 2.9 zeigt eine beidseitige Assoziation und symbolisiert, dass ein Artefakt (z.B. ein Datenobjekt)
 Abbildung 2.8: Gerichtete Assoziation	
 Abbildung 2.9: Beidseitige Assoziation	






	jekt) während der Ausführung des verbundenen Prozesselements verändert wird, indem es sowohl gelesen als auch geschrieben wird.
--	---

Tabelle 2.2: Konnektoren

2.2.4. Ereignisse

Ereignisse werden modelliert, um Einfluss auf den Ablauf eines Prozesses nehmen zu können. Ereignisse besitzen in BPMN die Form eines Kreises. Es gibt Startereignisse, Zwischenereignisse und Endereignisse. Sie werden durch die verschiedene Ausprägung des Kreises unterschieden, welcher entweder ein einfacher, doppelter oder dicker Kreis sein kann. In BPMN gibt es zusätzlich die Besonderheit, dass man eintretende Zwischenereignisse auch an Aktivitäten „anheften“ kann. In Tabelle 2.3 werden die Ereignisse vorgestellt, die für die Evaluierung von Bedeutung sind.

 Abbildung 2.10: Startereignis	Mit einem Startereignis wird ein Prozess gestartet. Ein Blanko Startereignis (siehe Abbildung 2.10) ist ein ungefüllter Kreis mit einer einfachen Randlinie und beschreibt nicht näher was die Startbedingung ist.
 Abbildung 2.11: Zeit-Startereignis	Das Zeit-Startereignis (siehe Abbildung 2.11) erkennt man an der Uhr. Es symbolisiert, dass ein Prozess entweder in einem bestimmten Intervall, regelmäßig zu einem bestimmten Zeitpunkt oder einmalig zu einem bestimmten Zeitpunkt gestartet wird. Kurz, das starten eines Prozesses ist zeitlich abhängig.
 Abbildung 2.12: Nachrichten-Startereignis	Das Nachrichten-Startereignis (siehe Abbildung 2.12) erkennt man an dem einfachen Kreis mit einem weißen Brief, welches eine Nachricht symbolisieren soll. Es startet den Prozess, sobald eine entsprechende Nachricht empfangen wurde.

 <p>Abbildung 2.13: Zeit-Zwischenereignis</p>	<p>Das Zeit-Zwischenereignis (siehe Abbildung 2.13) wird in gleicher Weise wie das Zeit-Startereignis erkannt, nur dass es einen doppelten Kreis besitzt. Durch ein Zeit-Zwischenereignis wird auf einen bestimmten Zeitpunkt gewartet, bevor der Prozesspfad fortgeführt wird. Das Ereignis hat auch den Zweck, dass sogenannte „Timeouts“ ermöglicht werden können, das heißt es kann den Prozess anhalten, bis ein festgelegter Zeitpunkt erreicht oder verstrichen ist.</p>
 <p>Abbildung 2.14: Nachrichten-Zwischenereignis (eintretend)</p>  <p>Abbildung 2.15: Nachrichten-Zwischenereignis (auslösend)</p>	<p>Das Nachrichten-Zwischenereignis wird verwendet, wenn unterschiedliche Teilnehmer (Pools) miteinander interagieren bzw. kommunizieren. Dabei ist mit dem Wort „Nachricht“ jegliche Form von Informationsaustausch zu verstehen, die sich auf einen bestimmten Adressaten bezieht [FRH10]. Das auslösende Nachrichten-Zwischenereignis, welches mit einem schwarzen Brief gekennzeichnet wird (siehe Abbildung 2.15), versendet eine Nachricht und führt den Prozess anschließend weiter fort. Bei einem eintretenden Nachrichten-Zwischenereignis mit hellem Brief (siehe Abbildung 2.14) läuft der Prozess erst dann weiter, wenn die entsprechende Nachricht eintritt.</p>
 <p>Abbildung 2.16: Fehler-Zwischenereignis</p>	<p>Das Fehler-Zwischenereignis (siehe Abbildung 2.16) wird als kleiner nicht ausgefüllter Blitz dargestellt und wird als Zwischenereignis durch den doppelten Kreis erkannt. Dieses Zwischenereignis unterbricht die Aktivität und behandelt den auftretenden Fehler.</p>
 <p>Abbildung 2.17: Abbruch-Zwischenereignis</p>	<p>Mit dem Abbruch-Zwischenereignis (siehe Abbildung 2.17) wird eine abgebrochene Transaktion behandelt. Es wird daher auch nur innerhalb von Transaktionen (z.B. Unterprozessen) eingesetzt. Dieses Zwischenereignis hat die Form eines nicht ausgefüllten X-Zeichens und einen doppelten Kreis.</p>






 Abbildung 2.18: Ender- eignis	Ein Endereignis beendet den Prozess. Das Blanko Endereignis ist (siehe Abbildung 2.18) ein leerer Kreis mit dicker Umrandung. Es symbolisiert das gewöhnliche Ende eines Prozesses. Ender- eignisse werden auch daran erkannt, dass sie einen eingehenden aber keinen ausgehenden Sequenzfluss haben.
 Abbildung 2.19: Nach- richten-Endereignis	Das Nachrichten-Endereignis (siehe Abbildung 2.19) beendet den Prozess und verschickt dabei noch eine Nachricht an einen bestimmten Adressaten. Das Ereignis hat einen schwarzen ausgefüllten Brief und einen dickeren Rand.
 Abbildung 2.20: Fehler- Endereignis	Ein Fehler-Endereignis (siehe Abbildung 2.20) wird durch einen kleinen schwarz ausgefüllten Blitz gekennzeichnet und hat wie alle Endereignisse einen dickeren Kreis. Mit diesem Symbol wird gezeigt, dass ein Prozess in einem Fehlerzustand endet.
 Abbildung 2.21: Ab- bruch-Endereignis	Das Abbruch-Endereignis (siehe Abbildung 2.21) hat ein schwarzes ausgefülltes X- Zeichen und einen dickere Umrandung. Es löst den Abbruch einer Transaktion aus und reagiert entsprechend darauf.
 Abbildung 2.22: Kom- pensations-Endereignis	Das in Abbildung 2.22 dargestellte Kompensations-Endereignis kann bereits ausgeführte Arbeitsschritte rückgängig machen. Daher sieht das Symbol dafür wie eine zurückspulen Taste aus, wie man es von Videorecordern kennt. Das Symbol ist schwarz ausgefüllt und der Kreis hat einen dickeren Rand, da dies ein Kompensations-Endereignis ist und somit erst am Ende des Prozesses die Kompensation auslöst.

Tabelle 2.3: Ereignisse

2.2.5. Gateways

Mit Gateways können im Kontrollfluss eines Prozessmodells Verzweigungen und Zusammenführungen dargestellt werden. BPMN bietet verschiedene Arten von Gateways an. Es wird zwischen exklusiven, parallelen, inklusiven und komplexen Gateways unterschieden [FRH10]. Auf letzteres wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen, da diese bei der Evaluation keine

Rolle spielen. Gateways werden allgemein durch eine Raute dargestellt. Je nachdem welche Funktion das Gateway hat, kennzeichnet ein bestimmtes Symbol die Innenfläche der Raute. Das Parallele, Exklusive und Inklusive Gateway besitzen die Funktion, sowohl ein verzweigendes als auch zusammenführendes Gateway zu sein, je nachdem in welchem Zusammenhang sie stehen. Sie müssen daher mit Vorsicht betrachtet werden. In Tabelle 2.4 werden die unterschiedlichen Gateways vorgestellt.

 Abbildung 2.23: Paralleles Gateway	<p>Das Parallele Gateway (siehe Abbildung 2.23), welches üblicherweise auch kurz AND Gateway bezeichnet wird, ist ein logisches „Und“. Es aktiviert bei der Verzweigung alle ausgehenden Kanten und führt die nachfolgenden Zweige gleichzeitig oder in beliebiger Reihenfolge aus. Das wichtige bei der Zusammenführung bzw. bei der Synchronisation ist, dass auf alle eingehenden Kanten gewartet wird, bevor der Prozess fortgesetzt wird. Das Parallele Gateway wird durch ein „+“-Zeichen in der Innenfläche gekennzeichnet.</p>
 Abbildung 2.24: Datenbasiertes Exklusives Gateway	<p>Das Exklusive Gateway (siehe Abbildung 2.24), auch XOR Gateway genannt, entspricht einem exklusiven logischen „Oder“ und dient als Entscheidungsmöglichkeit. Der Prozessfluss geht genau an einer ausgehenden Kante weiter, basierend auf einer Verzweigungsbedingung. Die anderen ausgehenden Kanten werden dann jeweils deaktiviert, sodass diese nicht mehr ausgeführt werden können. Bei der Zusammenführung wird auf genau eine eingehende Kante gewartet, damit der Prozess fortgesetzt werden kann. Ein Exklusives Gateway wird mit einem „X“-Symbol dargestellt.</p>
 Abbildung 2.25: Inklusives Gateway	<p>Beim Inklusive Gateway, das einem inklusiven „Oder“ gleicht, wird je nach Verzweigungsbedingung der Prozessfluss an einer oder an mehreren Kanten fortgeführt. Am Ende werden alle eingehenden aktiven Kanten zusammengeführt. Bevor dies nicht der Fall ist, kann der Prozess nicht fortgesetzt werden. Wie in Abbildung 2.25 zu sehen ist, zeichnet ein Kreis in der Innenfläche der Raute das Inklusive Gateway aus, welches als OR Gateway abgekürzt wird.</p>


 <p>Abbildung 2.26: Ereignis-basiertes Gateway</p>	<p>Abbildung 2.26 zeigt das Ereignisbasierte Gateway. Wie beim Exklusiven Gateway wird auch bei diesem Gateway eine Fallunterscheidung gemacht. Das Ereignisbasierte Gateway, kurz Event Gateway, wartet aber, wie der Name sagt, auf das Eintreten eines Ereignisses. Das Ereignis, das zuerst eintrifft wird gestartet und der Prozesspfad wird genau dorthin weitergeleitet. Man erkennt den Ereignisbasierte-Gateway an einem doppelten Kreis mit einem Fünfeck.</p>
---	--

Tabelle 2.4: Gateways

2.3. Workflow Patterns

So wie es in der Programmiersprache Design Pattern, also Entwurfsmuster zur Lösung wiederkehrender Entwurfsprobleme, gibt [GHJV95], so gibt es in der Prozessmodellierung sogenannte Workflow Patterns. Workflow Patterns stellen ebenfalls solche Lösungsansätze für sich häufig wiederholende bzw. wiederkehrende Arbeitsabläufe und Problemstellungen dar und beschreiben somit das Verhalten von Geschäftsprozessen. Patterns definieren immer einen bestimmten Anwendungsbereich in einem speziellen Kontext. Das heißt, nur bestimmte wiederholende Prozessstrukturen werden durch Workflow Patterns dargestellt und geregelt [AHKB03]. Da es mittlerweile sehr viele Notationen auf dem Markt gibt, bieten Patterns zudem die Möglichkeit diese miteinander Vergleichbar zu machen und somit ihre Ausdrucksfähigkeit zu bewerten [Mön12]. Die *Workflow Pattern Initiative* [WPI], beschäftigt sich mit diesem Thema und stellt eine Reihe von verschiedenen Workflow Patterns vor [AHKB03], um somit eine einheitliche Basis für die Bewertung verschiedener Prozessmodellierungssprachen zu schaffen. Workflow Pattern sind in die Kategorien Control Flow, Data, Resource und Exception Handling unterteilt. Die Control Flow Pattern (dt. Kontrollfluss Pattern) umfassen alle Aspekte der verschiedenen Fluss-Objekte, die in Abhängigkeiten zueinander stehen. Zu dieser Kategorie wurden zunächst 20 Patterns vorgestellt [AHKB03], welche später nochmals überarbeitet und auf 43 erweitert wurden [RHAM06]. Hierbei wird unter anderem geregelt wie z.B. eine Parallelisierung und die zugehörige Synchronisation aufgebaut sind bzw. ausgeführt werden. Die Data Pattern (dt. Daten Pattern) beschäftigen sich mit dem Informationsaustausch und den dazugehörigen Daten, die in Geschäftsprozessen vorkommen. Daten können auf unterschiedlicher Weise in einem Prozess auftreten. Sie können den Kontrollfluss verändern, von anderen Komponenten im Arbeitsablauf verarbeitet werden, mit anderen Elementen interagieren und einen Datenaustausch zwischen diesen ermöglichen [RHEA04]. Resource Pattern (dt. Ressourcen

Pattern) behandeln die Aufgabenverteilung. Dabei werden Ressourcen als Objekte gesehen, die in der Lage sind Arbeit zu verrichten, wie z.B. eine Arbeitskraft oder eine Organisationseinheit. Das heißt, die Patterns in dieser Kategorie erfassen die unterschiedlichen Arten davon, wie Ressourcen präsentiert und genutzt werden [RHEA04]. Als letztes beschäftigen sich Exception Handling Patterns (dt. Ausnahmebehandlungs- Pattern) mit den verschiedenen Ursachen von Ausnahmefällen und den darauf folgenden Maßnahmen, die eingeleitet werden müssen, um diese zu beheben [RAH06]. Während die Control Flow -, Data -, und Resource Pattern kaum einen Zusammenhang zueinander haben, basieren die Exception Handling Patterns auf all diesen Kategorien und sind zudem dafür verantwortlich, dass keine unerwünschten Ereignissen in jedem von ihnen auftreten. Zusammengefasst können diese Patterns eine Aussagen darüber machen, wie eine Arbeitseinheit bei einer Ausnahmesituation behandelt wird, wie andere Aktivitäten in diesem Fall behandelt werden und welche Abhilfemaßnahmen getroffen werden müssen um die Auswirkungen des Ausnahmefalls zu beseitigen [RAH06].

Für die Auswertung in dieser Arbeit wurden ausschließlich Patterns aus der Kategorie Control Flow Patterns betrachtet. Dieser ist im Wesentlichen auch der wichtigste Bereich, da er vor allem die grundlegenden Aspekte des Kontrollflusses festlegt. Daher ist es sinnvoll speziell in diesem Bereich bei der Modellierung auf Workflow Pattern zurückzugreifen. Es wurden Pattern in den Unterkategorien Basic Control Flow Patterns, Advanced Branching and Synchronization Patterns, State-based Patterns, Cancellation and Force Completion Patterns, Iteration Patterns und Termination Patterns untersucht [AHKB03]. In den folgenden Unterabschnitten werden sie jeweils näher erläutert und ihre Umsetzung in der Notation BPMN 2.0 veranschaulicht.

2.3.1. Basic Control Flow Patterns

In dieser Unterkategorie werden die Basis Aspekte des Kontrollflusses aufgeführt und näher erläutert. Sie bilden die Grundlage eines jeden Kontrollflusses und werden daher auch von den meisten Prozess-Management-Systeme unterstützt [RHAM06], unter anderem auch BPMN. Hierbei beschränken wir uns auf das Parallel Split, Synchronization, Exclusive Choice und Simple Merge Pattern. Das Sequence Pattern, stellt die Grundlage eines jeden Prozessmodells dar und wurde deswegen im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht. In Tabelle 2.5 werden die vier erwähnten Basic Control Flow Patterns vorgestellt.

Das Parallel Split Pattern stellt die Teilung eines einzelnen Pfades in mehrere parallele Pfade dar, welche gleichzeitig ausgeführt werden. In BPMN wird dieses Pattern durch ein AND Gateway modelliert, welches die Verzweigung des Sequenzflusses übernimmt. Ein entsprechendes Prozessfragment ist in Abbildung 2.27 zu sehen. Darüber hinaus kann die Parallelisierung auch implizit gestaltet werden, ohne dass ein Gateway verwendet wird. Hierzu gehen die Sequenzpfeile zu den parallelen Pfaden direkt von einer Aktivität aus.

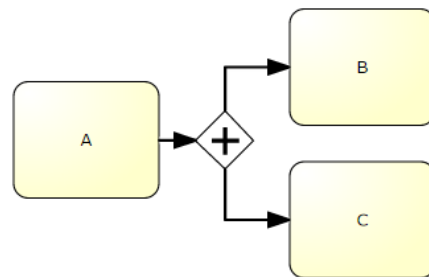


Abbildung 2.27: Parallel Split

Die Synchronization ist die Zusammenführung mehrerer paralleler Pfade in einen einzelnen Pfad. BPMN realisiert dieses Pattern ebenfalls mit einem AND Gateway (siehe Abbildung 2.28). Alle eingehenden Prozessflüsse treffen beim Gateway ein und werden von diesem synchronisiert, um den Prozessfluss in eine Sequenz weiterzuleiten. Obwohl bei der Verzweigung auf den AND Gateway verzichtet werden kann, ist dies bei der Synchronisation nicht möglich [FRH10].

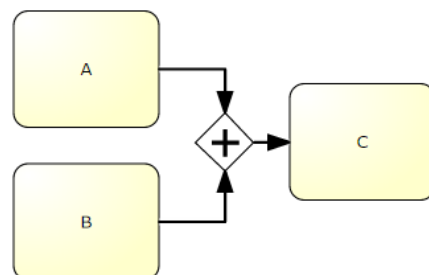


Abbildung 2.28: Synchronization

Das Exclusive Choice ist eine Stelle im Prozess an dem eine Entscheidung über den weiteren Fortgang getroffen werden muss. Es muss dabei genau einer von mehreren möglichen Pfaden ausgewählt werden. Dies geschieht in BPMN mit dem XOR Gateway (siehe Abbildung 2.29), welches den Prozessfluss an genau eine ausgehende Kante weiterleitet. Hier kann ebenfalls auf das Gateway verzichtet werden, indem direkt von einer Aktivität Sequenzflüsse mit Verzweigungsbedingungen ausgehen.

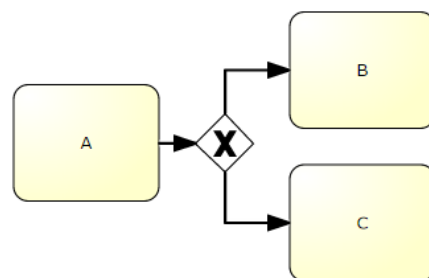


Abbildung 2.29: Exclusive Choice

Bei einem Simple Merge erfolgt der Zusammenlauf von zwei oder mehreren alternativen Pfaden. Dies wird in BPMN durch das XOR Gateway ausgedrückt (siehe Abbildung 2.30). Dieses sorgt dafür, dass nur die erste eingehende Kante den Prozess fortführt.

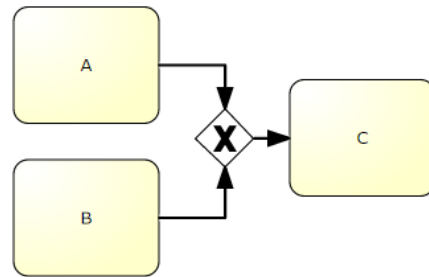


Abbildung 2.30: Simple Merge

Tabelle 2.5: Basic Control Flow Patterns

2.3.2. Advanced Branching and Synchronization Patterns

Patterns in diesem Bereich repräsentieren komplexere Verzweigungs- und Synchronisations-Konzepte die ebenfalls häufig in Geschäftsprozessen auftreten. Ursprünglich gehörten zu dieser Kategorie vier Patterns [AHKB03], die anschließend auf 14 erweitert wurden [RHAM06]. Im Folgenden werden in Tabelle 2.6 daher nur das Multi-Choice und Structured Synchronization Merge Pattern beschrieben. Die anderen Patterns dieser Kategorie spielen im Rahmen dieser Arbeit keine Rolle, da sie in den untersuchten Prozessen nicht vorhanden sind.

Das Multi-Choice stellt die Verzweigung eines Pfades dar. Es können eine oder aber auch mehrere nachfolgenden Pfade aktiviert werden. Abbildung 2.31 zeigt, dass BPMN hierfür das OR Gateway einsetzt, welches je nach Verzweigungsbedingung den Prozessfluss an eine oder an mehrere Kanten weiterleitet.

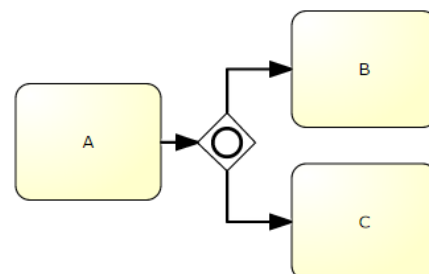


Abbildung 2.31: Multi-Choice

Das Structured Synchronization Merge Pattern führt die Pfade eines Multi-Choice Pattern wieder zusammen. Hierbei muss eine gewisse Struktur herrschen, d.h. es muss zuvor ein Multi-Choice Konstrukt vorhanden sein mit dem das Structured Synchronization Merge in Verbindung steht. In Abbildung 2.32 wird diese Struktur in BPMN beschrieben. Mit einem OR Gateway wird

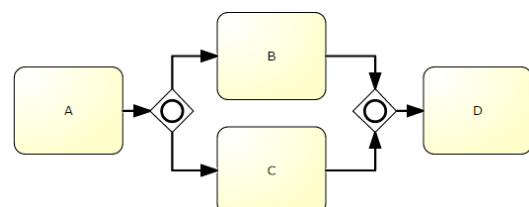


Abbildung 2.32: Structured Synchronization Merge

der Prozesspfad zuerst verzweigt und anschließend wieder mit dem zweiten OR Gateway zusammengeführt.	
--	--

Tabelle 2.6: Advanced Branching and Synchronization Patterns

2.3.3. State-based Patterns

State-based Patterns beschreiben Situationen in einem Geschäftsprozess, bei denen auf Basis eines Zustandes Entscheidungen über den weiteren Verlauf des Prozesses getroffen werden müssen. Es können verschiedenen Faktoren dafür verantwortlich sein, wie z.B. prozessrelevante oder fallbezogene Datenelemente. Zu dieser Unterkategorie gibt es fünf Patterns, die solche Szenarien widerspiegeln. Von diesen wird nur eines von BPMN vollständig unterstützt, welches in Tabelle 2.7 veranschaulicht wird.

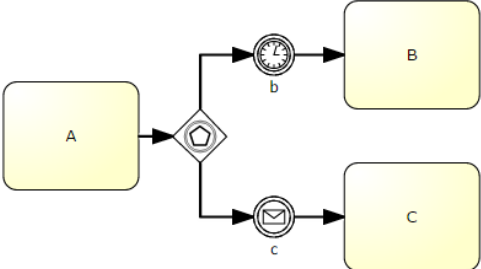
<p>Das Deferred Choice Pattern repräsentiert eine spezielle Art von Verzweigung, bei der einer von mehreren Pfaden aktiviert wird. Die Entscheidung welcher Pfad aktiviert wird hängt dabei davon ab, welches der nachfolgenden Ereignisse zuerst eintritt. Das heißt, keiner der nachfolgenden Pfade wird explizit ausgewählt, sondern es herrscht eine Art „Wettlauf“ zwischen den Pfaden welcher als Erster aktiviert wird. In Abbildung 2.33 wird veranschaulicht, wie dies in BPMN mit einem Ereignisbasierten Gateway realisiert werden kann. Falls z.B. ein definierter Zeitpunkt eintrifft oder abläuft, wird mithilfe des Zeit-Zwischenereignisses (b) Aktivität B gestartet. Wenn aber zuvor eine bestimmte Nachricht (c) ankommt, leitet das Gateway den Prozessfluss zu Aufgabe C weiter.</p>	 <p>Abbildung 2.33: Deferred Choice</p>
---	--

Tabelle 2.7: State-based Patterns

2.3.4. Cancellation and Force Completion Patterns

Diese Unterkategorie beinhaltet Pattern für Abbruchvorgänge, die in Prozessen auftreten. Dabei kann beispielsweise aufgrund einer Ausnahmebehandlung oder eines anderen Vorfall die Beendigung der Prozessausführung ausgelöst werden. Es gibt insgesamt fünf Patterns in diesem Bereich, von denen in Tabelle 2.8 zwei genauer beschrieben werden, das Cancel Task und das Cancel Case Pattern.

Das Cancel Task Pattern bietet die Möglichkeit unter bestimmten Umständen notwendigen Abbruch eines laufenden Arbeitsschrittes grafisch darzustellen. Hierzu stellt BPMN eintretende Zwischenereignisse zur Verfügung, die jeweils an die Aktivität „angeheftet“ werden können, um somit die in Ausführung befindliche Tätigkeit zu unterbrechen und über den Ausnahmefluss zu einem anderen Schritt umzuleiten. Hierzu kann jedes eintretende (unterbrechende) Zwischenereignis verwendet werden, außer dem Abbruch-Zwischenereignis, da dieses nur innerhalb von Transaktionen verwendet werden darf (siehe Abschnitt 2.2.4). Wie in Abbildung 2.34 zu sehen ist, sorgt beispielsweise ein Zeit-Zwischenereignis dafür, dass nach Ablauf von 30 Minuten die Aktivität sofort abgebrochen und über einen anderen Pfad ein alternativer Prozessfluss gestartet wird.

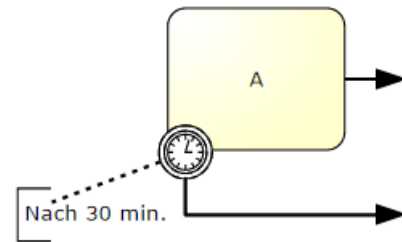


Abbildung 2.34: Cancel Task

Mit dem Cancel Case wird der unter bestimmten Bedingungen notwendige Abbruch des gesamten Prozesses modelliert. In Abbildung 2.35 wird als Beispiel gezeigt, wie ein Cancel Case in BPMN durch ein Abbruch-Endereignis realisiert werden kann. Je nachdem welchen Pfad die Verzweigungsbedingung auswählt, wird entweder die Prozessinstanz abgebrochen oder Aktivität B wird ausgeführt. Alternativ dazu könnte, anstelle des Abbruch-Endereignisses, auch ein Fehler- oder Terminierungs-Endereignis verwendet werden.

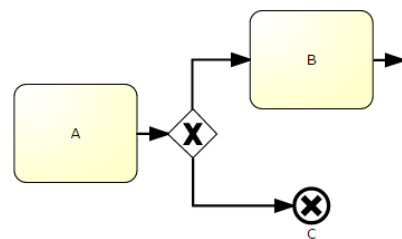


Abbildung 2.35: Cancel Case

Tabelle 2.8: Cancellation and Force Completion Patterns

2.3.5. Iteration Patterns

Iteration Patterns zeigen auf, welche Möglichkeiten es gibt, einen sich wiederholenden Arbeitsvorgang in einem Prozessdiagramm zu modellieren. Dies kann allgemein mit einem Schleifen-Konstrukt realisiert werden, sodass eine Aufgabe beliebig oft durchgeführt werden kann. Für die Umsetzung dieses Sachverhaltes stellt BPMN verschiedene Mittel zur Verfügung. In Tabelle 2.9 wird jeweils eine Möglichkeit des Structured Loop und des Arbitrary Cycles Pattern vorgestellt.

Ein Structured Loop, also eine strukturierte Schleife besitzt die Fähigkeit eine Aktivität oder ein Subprozess beliebig oft zu wiederholen. Abhängig von einer definierten Bedingung, die jedes Mal am Anfang oder am Ende der Schleife überprüft wird, wird eine Schleifen-Aufgabe mehrmals wiederholt oder falls die Bedingung nicht mehr erfüllt ist wird die Schleife verlassen und der Prozessfluss kann fortgeführt werden. Bei einem Structured Loop darf die Schleife dabei nur eine Eingangs- und eine Ausgangsstelle besitzen. BPMN unterstützt dieses Pattern mit einem XOR Gateway Konstrukt wie es in Abbildung 2.36 demonstriert wird. Aktivität B wird hier solange wiederholt bis die definierte Bedingung, die vom zweiten XOR Gateway überprüft wird, nicht mehr gilt.

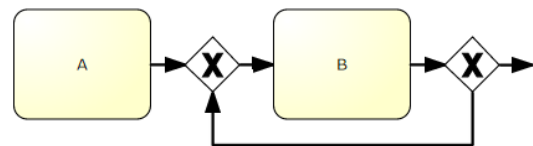


Abbildung 2.36: Structured Loop

Anders als beim Structured Loop können mit dem Arbitrary Cycles Pattern, oft auch als Unstructured Loop bezeichnet, Schleifen so modelliert werden, dass sie von mehreren Stellen aus betreten oder verlassen werden kann. Dieses Pattern wird in BPMN, in Abbildung 2.37 zu sehen, ebenfalls mit Hilfe von XOR Gateways unterstützt. In Abbildung 2.37 kann dabei vom drit-

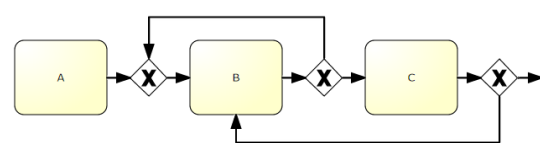


Abbildung 2.37: Arbitrary Cycles

ten Gateway in die vorherige Schleife zurück gesprungen und entsprechend Aktivität B wiederholt werden.	
---	--

Tabelle 2.9: Iteration Patterns

2.3.6. Termination Patterns

Die Termination Pattern beschreiben, unter welchen Umständen ein Prozess bzw. Subprozess beendet wird. Hierbei geht es speziell um das gewöhnliche Ende einer Prozessinstanz, die vom Start bis zum Ende erfolgreich durchlaufen wurde. Das Ende kann dabei über zwei Unterschiedliche Wege erfolgen, welche durch das Implicit und das Explicit Termination Pattern veranschaulicht werden. In Tabelle 2.10 werden diese beiden Termination Patterns aufgeführt.

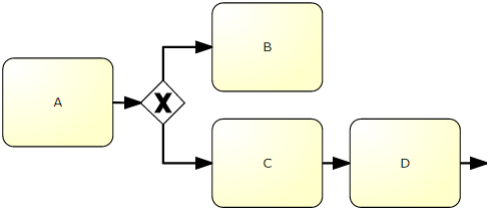
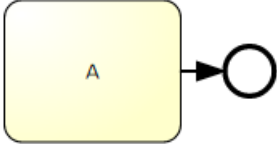
Ein Prozess ist nach dem Implicit Termination Pattern dann beendet, wenn es keine Aktivitäten mehr gibt die ausgeführt werden können. Ein Implizites Ende sieht in BPMN analog zu Aktivität B in Abbildung 2.38 aus. Dabei gilt, dass wenn von einer Aktivität kein Sequenzpfeil mehr ausgeht, dies das Ende des Prozesspfades symbolisiert.	 <p>Abbildung 2.38: Implicit Termination</p>
Ein Explicit Termination erfolgt dann, wenn der Prozess einen definierten Endzustand erreicht hat, der meist durch einen speziellen End-Knoten repräsentiert wird. Wird dieser Knoten erreicht, werden alle verbliebenen Tätigkeiten abgebrochen und der Prozess im Ganzen gilt als erfolgreich abgeschlossen. BPMN verwendet hierfür das Endereignis-Symbol. (Abbildung 2.39).	 <p>Abbildung 2.39: Explicit Termination</p>

Tabelle 2.10: Termination Patterns

2.4. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden diverse Workflow Patterns vorgestellt, welche BPMN 2.0 vollständig unterstützt. Jedoch können nicht alle Patterns mit BPMN 2.0 umgesetzt werden. In [WADHR06] kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass BPMN einen Großteil der Control Flow Patterns unterstützt. Das heißt jedoch, dass nicht zu jedem Workflow Pattern ein Modellierungselement von BPMN existiert. Demnach gibt es auch keine 1:1 Beziehung zwischen diesen. Dies liegt auch daran, dass Workflow Patterns unabhängig von jeglicher Prozessmodellierungssprache definiert wurden und daher allgemeingültige Lösungsschablonen zur Verfügung stellen. Je mehr Patterns eine Notation unterstützt, desto mächtiger ist sie [Mön12]. Darüber hinaus gibt es aber auch BPMN Modellierungselemente, die von den Workflow Patterns nur unzureichend erfasst werden. Aus diesem Grund wurden in der Evaluierung auch mehrere Modellierungselemente betrachtet, die in keinem der erwähnten Patterns in der Kategorie Control Flow oder in einer der anderen drei Kategorien zuzuordnen sind.

3

Analyse

In diesem Kapitel wird der Einsatz der Modellierungssprache BPMN 2.0 und ihre unterstützten Workflow Patterns in der Praxis anhand von realen Prozessmodellen evaluiert. Zunächst wird der untersuchte Datensatz an Prozessmodellen vorgestellt. Anschließend wird erläutert wie bei der Evaluierung vorgegangen wurde. Abschließend werden die Ergebnisse anhand von Diagrammen veranschaulicht und analysiert.

3.1. Datenquellen

Um eine aussagekräftige Bewertung der praktischen Benutzung von BPMN bzw. den Workflow Patterns vornehmen zu können, wurde in dieser Arbeit eine große Auswahl an Prozessmodellen untersucht. Es wurde eine Auswahl von insgesamt 64 Prozessmodellen zusammengestellt. Diese wurden durch Studenten und Mitarbeiter der Universität Ulm erstellt und erfassen interne Arbeitsabläufe der Universität Ulm. Die Prozessmodelle wurden mit dem Signavio Process Editor der Signavio GmbH erstellt [Sig] und basieren auf der aktuellen BPMN Version 2.0. Die analysierten Prozessmodelle wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht auf ihre inhaltliche Korrektheit überprüft. Es wurde lediglich betrachtet, welche BPMN Konstrukte bei der Modellierung verwendet wurden und wie diese miteinander kombiniert werden. Außerdem wurden auch die im Kapitel 2.3 vorgestellten Workflow Patterns genauer betrachtet und evaluiert.

Von den zunächst 64 betrachteten Prozessen wurden im Laufe der Analyse jedoch 5 von der Bewertung ausgeschlossen, da es sich dabei nicht um sinnvolle Prozessdiagramme handelt, sondern lediglich um eine Art von Prozesslandkarten zur Übersicht über einen bestimmten Bereich. Somit wurden am Ende schließlich 59 Prozesse für die Auswertung genauer untersucht. Auf Basis dieser beschränkten Anzahl von Prozessmodellen kann natürlich keine allgemeingültige Aussage für die gesamte Nutzung von BPMN getroffen werden, aber eine solche Analyse gibt dennoch einen Eindruck davon, wie die Modellierungssprache BPMN in der Praxis tatsächlich eingesetzt wird.

3.2. Analyse der Prozessmodelle

In diesem Unterkapitel wird beschrieben, wie bei der Evaluierung der Prozessmodelle vorgegangen wurde. Dies wird mithilfe eines Beispielprozesses aus dem untersuchten Datensatz verdeutlicht. Es wird ferner genauer beschrieben, auf welche Aspekte der Fokus bei der Bewertung der Modellierungssprache BPMN 2.0 gelegt wurde.

Da BPMN mittlerweile über 100 Elemente für die Modellierung von Geschäftsprozessen zur Verfügung stellt, wurde versucht zu evaluieren, wie viele dieser Modellierungselemente in der praktischen Anwendung tatsächlich benötigt werden bzw. welche davon notwendig sind, um den Großteil der anzutreffenden Geschäftsprozesse abbilden zu können. Zusätzlich wurden auch die dazugehörigen Workflow Patterns miteinbezogen, sofern diese von BPMN unterstützt werden. Eine interessante Fragestellung ist außerdem, ob die untersuchten Prozessmodelle blockstrukturiert sind oder nicht. Damit ist gemeint, dass z.B. parallel laufende Zweige auch wieder synchronisiert werden. Für die Modellierung in BPMN heißt dies, dass bei der Parallelisierung ein AND Gateway für die Verzweigung und ein zweites AND Gateway für die Zusammenführung verwendet werden. Eine blockstrukturierte Gestaltung der Prozesse ist sehr wichtig um mögliche Deadlocks (dt. Verklemmungen) zu verhindern [Mun08] aber auch um Modellierungsfehler vorzubeugen und die Lesbarkeit zu fördern. Insbesondere erlauben zusammenhängende Bereiche in einem „Block“ einen besseren Überblick über das Prozessmodell.

Abbildung 3.1 zeigt eines der 59 untersuchten BPMN 2.0 Prozessmodelle, welches den Ablauf des Losverfahrens für die Zulassung an der Universität Ulm beschreibt. Es handelt sich hierbei um ein Kollaborationsdiagramm, da zwei unabhängige Pools miteinander interagieren. Auf der einen Seite ist die Universität Ulm mit ihren Zuständigkeiten abgebildet, welche nochmals in zwei Lanes unterteilt wird. Auf der anderen Seite ist eine externe Partei die mithilfe einer Lane als Bewerber identifiziert wird. Wie man erkennen kann, besteht der Prozess aus vielen verschiedenen Symbolen, deren jeweilige Bedeutungen bereits in Abschnitt 2.2 diskutiert wurde.

Der Prozess beginnt damit, dass der Bewerber nach Ende des Auswahlverfahrens online einen Losantrag stellt. Dies kann man am Startereignis und dem darauf folgenden Sequenzpfeil auf den ersten Arbeitsschritt erkennen. Zusätzlich wurden der Aktivität „Losantrag stellen“ Artefakte hinzugefügt, die weitere Informationen zur Antragstellung geben. Da die Anträge nur online gestellt werden können, wurde diese Zusatzinformation mit einem IT-System-Symbol abgebildet, das an dem Computer-Symbol mit der Aufschrift *CMS* erkannt wird. Außerdem ist ein Zeit-Zwischenereignis an die Aktivität angeheftet, welches als „Timeout“-Funktion dient und den Abbruch des Losantrags auslöst, falls die Frist überschritten wird. Sofern alles geregelt abläuft, kann der Bewerber seinen Antrag abschicken und das Studiensekretariat diesen empfangen. Dies wird durch ein auslösendes und ein eintretendes Nachrichten-Zwischenereignis sowie einen Nachrichtenfluss dazwischen realisiert. Anschließend bearbeitet die Zulassungsstelle der Universität die Anträge, führt das Losverfahren durch und sendet das Ergebnis an den Bewerber. Letzteres wird wieder mit einem auslösenden Nachrichten-Zwischenereignis dargestellt. Nachdem der Bewerber das Ergebnis erhalten hat (gekennzeichnet durch das eintretende Nachrichten-Zwischenereignis) wird dieses im nächsten Arbeitsschritt abgerufen und es wird überprüft ob der Bewerber zugelassen wurde oder nicht. Diese Fallunterscheidung wird durch ein datenbasiertes Exklusiven Gateway umgesetzt. Je nachdem wie das Ergebnis ausfällt, wird der Bewerber an der Universität Ulm zugelassen und der Prozess terminiert mit einem Endereignis. Andernfalls wird die Transaktion durch ein Abbruch-Endereignis abgebrochen.

Bei diesem Beispielprozess wurden nun die einzelnen Modellierungselemente bzw. Konstrukte ausgezählt, die in dem Prozess zu finden sind und zum Kontrollfluss des Prozesses gehören. Artefakte, Datenelemente und Kanten wurden dabei jedoch nicht betrachtet. In diesem Fall bedeutet dies, dass die Verbindenden Objekte, also die Konnektoren, die Artefakte und die Diagrammart nicht von Bedeutung sind. Dieselbe Vorgehensweise wurde auch bei allen anderen Prozessmodellen angewendet. Somit existiert am Ende von jedem der 59 Prozesse eine detaillierte Auskunft zu den verwendeten Modellierungselementen. Die daraus entstandenen Tabellen sind in der beiliegenden CD zu finden. Diese waren die Basis für die Anwendung diverser statistischer Verfahren wie die Häufigkeitsanalyse, Korrelationsanalyse und Clusteranalyse deren Resultate nachfolgend diskutiert werden.

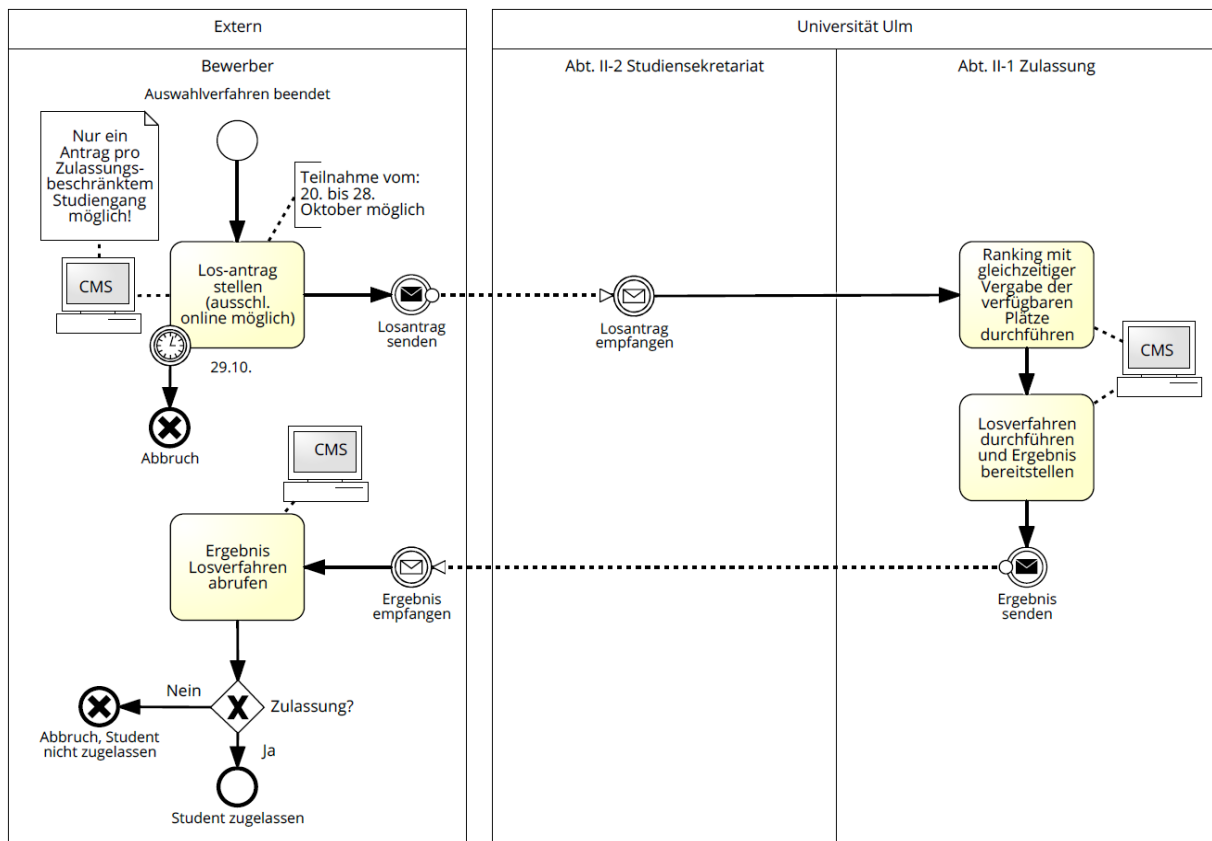


Abbildung 3.1: Beispiel BPMN 2.0 Prozessmodell (Losverfahren)

3.3. Auswertung der Analyse

Im Folgenden werden die im Rahmen dieser Arbeit gesammelten Ergebnisse präsentiert. Auf den gesammelten Datensätzen der untersuchten Prozessmodelle wurden unterschiedliche Analysen durchgeführt. Die jeweiligen Resultate wurden in geeigneter Form zusammengefasst und in entsprechende Schaubilder übertragen.

3.3.1. Häufigkeitsanalyse

Um herauszufinden, welche der BPMN Modellierungselemente in der Praxis genutzt werden bzw. wie oft diese eingesetzt werden, wurde eine Häufigkeitsanalyse anhand der erhobenen Daten durchgeführt. Diagramm 3.1 zeigt jeweils das Vorkommen der einzelnen BPMN Konstrukte bzw. der jeweiligen Workflow Patterns in absoluten Zahlen. Wie bereits am Ende von Kapitel 2.3 erwähnt wurde, können nicht alle Modellierungselemente mithilfe von Workflow Patterns vollständig und sinnvoll erfasst werden. Dies gilt insbesondere für einige Ereignis-Symbole in BPMN. Entsprechend wurden diese daher zusätzlich betrachtet.

Wie zu erkennen ist, gibt es nur eine Handvoll Modellierungselemente, die in sehr großer Anzahl für die Modellierung der Prozesse verwendet wurden. Am häufigsten kommt das Flussobjekt Task (also eine Aufgabe) zum Einsatz, welches in 59 Prozessdiagrammen 484-mal eingesetzt wurde. Im Anschluss daran folgen das datenbasierte Exklusive Gateway, das Nachrichten-Zwischenereignis und das Endereignis. Diese Modellierungselemente wurden jeweils über 100-mal in den Prozessen vorgefunden. Dabei ist das XOR Gateway in zwei unterschiedlichen Bedeutungen vertreten. Es wurde 206-mal als Exclusive Choice und 175-mal als Simple Merge verwendet. Insgesamt ist es in den 59 Prozessen somit 381-mal in Anspruch genommen worden. Es stellt daher das zweithäufigste Modellierungselement in den untersuchten Prozessen dar. Es ist auch das einzige Gateway, das so zahlreich verwendet wurde. Das Parallele Gateway wurde im Gegensatz dazu mit insgesamt 46 Auftritten nur selten verwendet. Die restlichen Gateways, das Inklusive und das Ereignisbasierte wurden sogar fast nie vorgefunden.

Das Nachrichten-Zwischenereignis belegt mit 228 Einsätzen den dritten Platz. Hierbei wurde allerdings kein Unterschied zwischen einem eintretenden und einem auslösenden Nachrichten-Zwischenereignis gemacht, da diese immer in Kombination auftreten. Das heißt, dass nach einem ausgelösten Nachrichten-Zwischenereignis stets ein Eintretendes folgt. Dieses Modellierungskonstrukt wird verwendet, um zwischen zwei Teilnehmern eine Kommunikation bzw. einen Informationsaustausch zu ermöglichen. Insgesamt wurde somit 114-mal zwischen Teilnehmern kommuniziert. Das Auftreten des Modellierungselements Pool wurde zwar nicht untersucht, aber der häufige Einsatz des Nachrichten-Zwischenereignisses ist ein Indiz dafür, dass bei der Modellierung viele verschiedene Pools verwendet wurden, die oft miteinander kommunizieren.

Das Explicit Termination Pattern, also das Endereignis-Modellierungselement, wurde mit 142 Erscheinungen ebenfalls oft vorgefunden, wohingegen das Implicit Termination Pattern nicht ein einziges Mal verwendet wurde. Zudem wurde das Cancel Case (73-mal) und insbesondere das Abbruch-Endereignis (62-mal) ebenfalls oft verwendet. Interessant ist außerdem, mit welchem Modellierungselement ein Prozess gestartet wurde. Die Antwort darauf erkennt man an der Anzahl der Blanko Startereignisse, welches mit 74 malen am häufigsten vorgefunden wurde. Im Gegensatz dazu wurden andere Startereignisse, wie das Zeit-Startereignis oder das Nachrichten-Startereignis kaum als Startbedingungen eingesetzt. Weitere BPMN Modellierungselemente wurden nur gelegentlich verwendet.

Weiterhin wurde evaluiert, wie viele der untersuchten Prozesse vollständig blockstrukturiert modelliert wurden. Wie in Diagramm 3.2 zu sehen ist ergab sich, dass nur 20 von 59 Prozessmodellen vollständig blockstrukturiert modelliert wurden. Bei den restlichen war dies nicht der Fall. Dies bedeutet, dass hinsichtlich des Layouts bei ca. zwei Drittel der Prozesse nicht auf

die strukturelle Übersichtlichkeit geachtet und vor allem nicht explizit Deadlock-frei modelliert wurden.

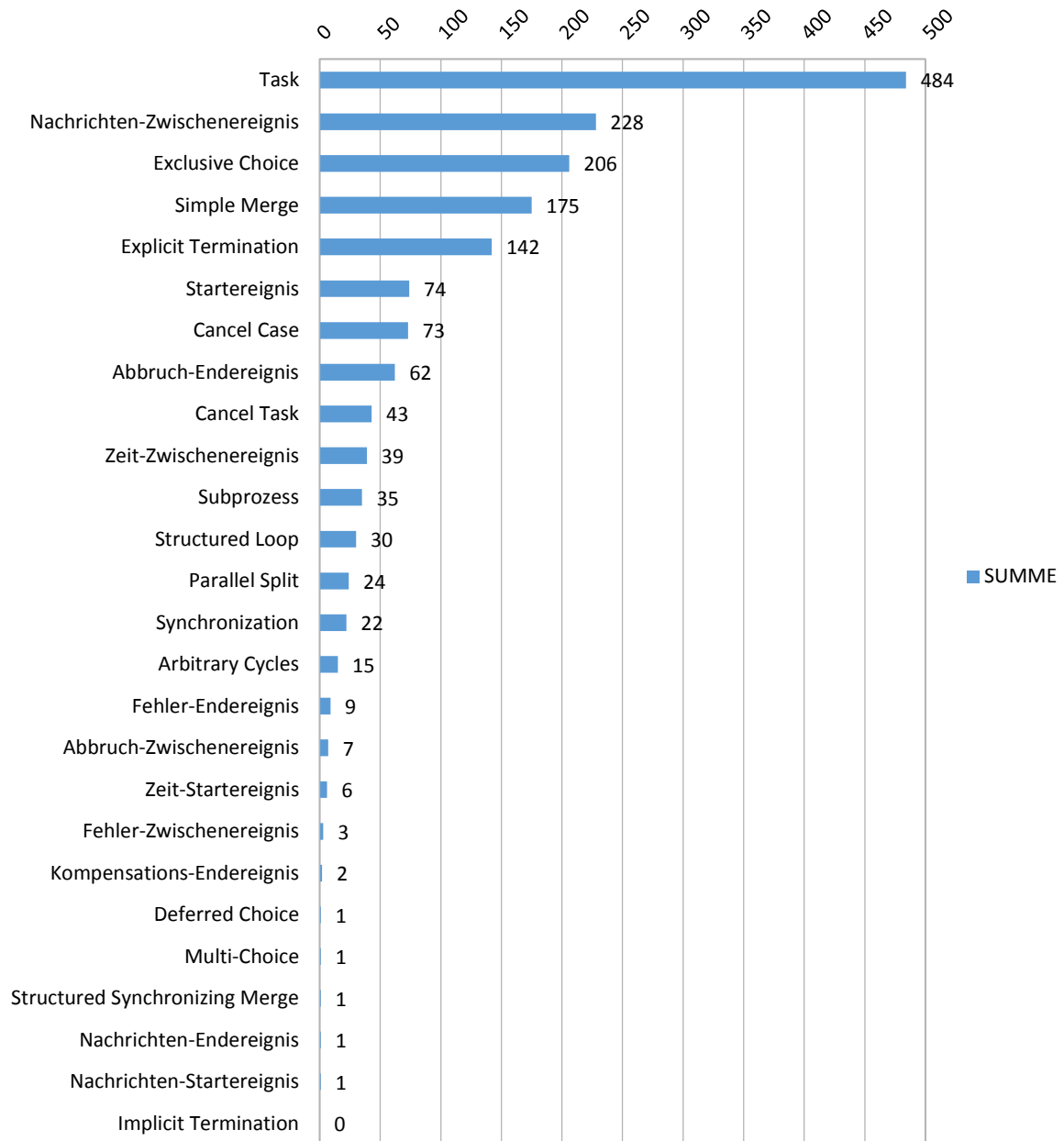


Diagramm 3.1: Absolute Anzahl der untersuchten Modellierungselemente

Blockstrukturiertheit

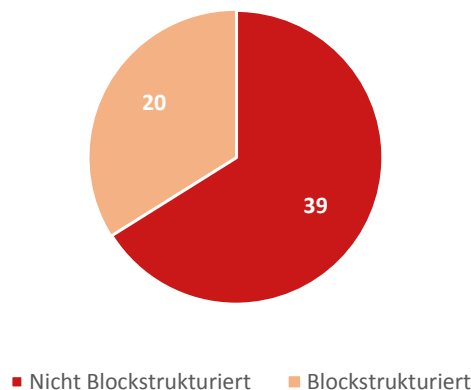


Diagramm 3.2: Blockstrukturiertheit der Prozessmodelle (Absolute Zahlen)

Diagramm 3.3 zeigt, wie oft die einzelnen Modellierungselemente im Durchschnitt verwendet wurden. Das am häufigsten verwendete Element Task wurde im Schnitt acht Mal in jedem Prozess verwendet und bildet somit das Kernelement in einem Prozessdiagramm. Das Nachrichten-Zwischenereignis kam durchschnittlich ca. vier Mal zum Einsatz. Somit fand im Schnitt zwei Mal ein Nachrichtenaustausch zwischen unterschiedlichen Teilnehmern statt. Das Konstrukt Exklusiv Choice und Simple Merge wurden im Durchschnitt drei Mal genutzt. Daraus folgt, dass das XOR Gateway jeweils drei Mal als Verzweigendes und drei Mal als Zusammenführendes Gateway verwendet und somit zusammengefasst im Schnitt sechs Mal pro Prozess eingesetzt wurde. Ein Prozess wurde durchschnittlich mit einem Blanko Starterereignis, zwei gewöhnlichen Endereignissen und einem Abbruch-Endereignis modelliert. Alle anderen Modellierungselemente kamen nur unregelmäßig zum Einsatz. Das heißt, dass ein Prozessdiagramm im Schnitt aus lediglich sieben verschiedenen Modellierungselementen besteht (abgesehen von den Sequenzflüssen, den Artefakten und den Pools). Diese Anzahl ist gerade einmal ein Bruchteil der von BPMN angebotenen Symbolpalette.

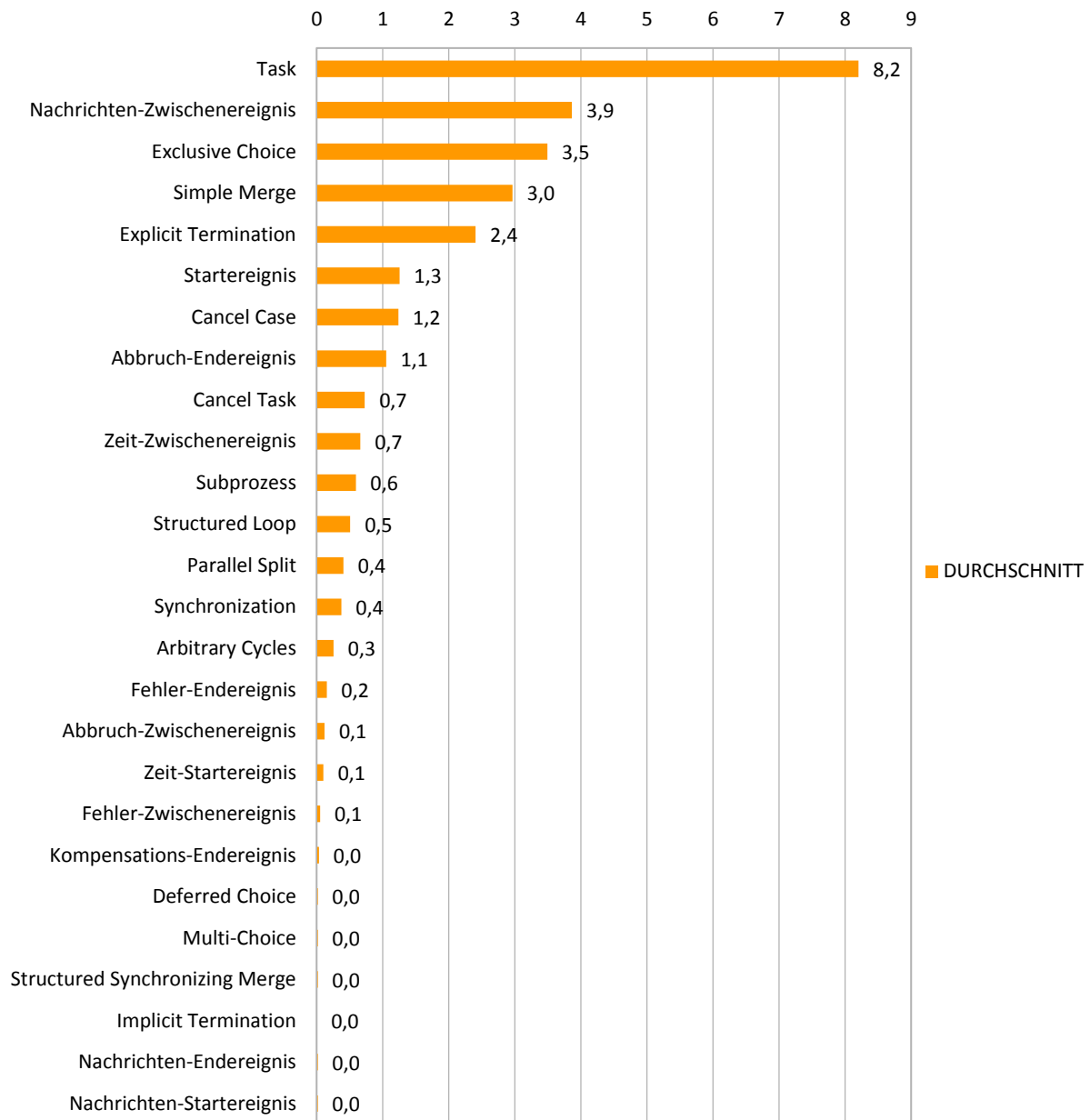


Diagramm 3.3: Durchschnittliche Verwendung der untersuchten Modellierungselemente

3.4. Detaillierte Analyse

In diesem Abschnitt werden die gewonnen Ergebnisse näher analysiert und dabei versucht diesen auf den Grund zu gehen. Dafür werden weiterführende Analysen durchgeführt. Insbesondere erfolgt eine Analyse der Häufigkeitsverteilung aus prozentualer Sicht, sowie eine Korrelationsanalyse und eine Clusteranalyse. Die Ergebnisse werden wieder entsprechend mit Hilfe geeigneter Diagramme visualisiert.

3.4.1. Häufigkeitsanalyse II

Diagramm 3.4 veranschaulicht in wie viel Prozent der Prozessmodelle das jeweilige Modellierungselement vorgefunden wurde. Es wurde hierbei nicht ermittelt wie häufig ein Element innerhalb der untersuchten Prozessmodelle vorkam, sondern in insgesamt wie vielen der untersuchten Prozessen ein Modellierungselement benutzt wurde. Um dies besser zu veranschaulichen, wurde die absolute Anzahl in einen prozentualen Wert umgerechnet.

Wie zu sehen ist, wurden nur fünf Modellierungselemente in über 50% der Prozessmodelle verwendet. Diese sind das Endereignis, Task, datenbasiertes Exklusives Gateway, Startereignis und Cancel Case Konstrukt. Die Evaluierung ergab, dass jeder der untersuchten Prozesse ein blanko Endereignis und fast jeder der Prozesse einen einfachen Arbeitsschritt enthält. Bei genauerer Betrachtung, kam lediglich in einem Prozessmodell keine Task vor. Stattdessen wurden in diesem Modell ausschließlich Subprozesse verwendet. Insgesamt ergibt sich damit, dass in jedem Prozessmodell mindestens eine Aktivität vorkam. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da ein Geschäftsprozess, wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, eine Folge von Aktivitäten ist, die auf ein Unternehmensziel hin ausgeführt werden. Dementsprechend stellen Aktivitäten das Kernelement bei der Modellierung eines Geschäftsprozess dar. Entsprechend müssen gewisse Arbeitsschritte definiert werden, um den modellierten Vorgang veranschaulichen und somit analysieren zu können. Komplexere Arbeitsschritte wurden in ca. 37% der Prozesse in einem Subprozess näher ausgeführt, um dem jeweiligen Vorgang detaillierter modellieren zu können. Dies bringt zum Ausdruck, dass in Bezug auf die Komplexität bei der Modellierung darauf geachtet wurde, dass die Prozesse nicht zu unübersichtlich und groß werden.

Weiter wurden etwa 91% der Prozesse durch ein blanko Startereignis gestartet. Für die restlichen Prozesse wurde ein spezifischerer Ereignistyp gewählt. Meist wurde hier das Zeit-Startereignis (10,2%) gefolgt vom Nachrichten-Startereignis (1,7%) als Startbedingung gewählt. Insgesamt enthält jedes Prozessmodell mindestens ein Start- und ein Endereignis. Diese stellen auch einen Kernbestandteil eines Geschäftsprozesses dar, da sich ein Geschäftsprozess durch einen definierten Anfang und ein definiertes Ende auszeichnet [Sta06]. In der deutlichen Mehrzahl der untersuchten Prozessen war der konkrete Auslöser für den Start des Prozesses jedoch nicht von Bedeutung, da diese mit blanko Startereignissen modelliert wurden. Dieses Modellierungselement diente lediglich als Veranschaulichung dafür, von welchem Teilnehmer der Prozess initiiert wurde. Beispielsweise wird in Abbildung 3.1 der Vorgang von einem externen Bewerber gestartet, da dieser von sich aus einen Losantrag stellt. Dass jedes Prozessmodell auch ein explizites Endereignis besitzt zeigt, dass bei der Modellierung ein wohldefiniertes Ende einen sehr hohen Stellenwert einnimmt.

Nicht alle Prozesse können auf direktem Wege einfach und erfolgreich abgeschlossen werden, was durch das häufige Auftreten des Cancel Case Patterns ersichtlich wird. In ca. 58% der Prozesse wurden neben dem blanko Endereignis noch spezifischere Endereignisse, wie das Abbruch-Endereignis (47,5%) und das Fehler-Endereignis (15,3%) vorgefunden. Mit Hilfe dieser Ereignisse soll die Behandlung von Ausnahmen, die während der Ausführung vorkommen können, geregelt werden. Das heißt, bei etwa der Hälfte der analysierten Prozessmodelle besteht die Gefahr, dass während der Ausführung eines Prozesses eine Ausnahme auftreten kann, die nicht direkt im Prozess behandelt werden kann. Da es sich bei den Prozessen um universitätsinterne Angelegenheiten handelt, sind die Gründe für einen Abbruch des Prozesses z.B. abgelaufene Fristen, fehlende Unterlagen oder das nicht erfüllen bestimmter Zulassungskriterien.

Das Cancel Task Konstrukt führte bei ca. 37% der Prozesse zum Abbruch einer einzelnen Aktivität. Dabei war außerdem zu beobachten, dass dies in den meisten Fällen auch zum Ende des gesamten Prozesses geführt hat.

Für die Unterbrechung einer Aktivität wurde überwiegend das Zeit-Zwischenereignis (39%) verwendet. Dies ist nicht verwunderlich, da bei den untersuchten Prozessen die Einhaltung zeitlicher Fristen von großer Bedeutung ist, um für einen geregelten Arbeitsablauf sorgen zu können.

Ein weiteres essentielles Modellierungselement in den evaluierten Prozessen war das datenbasierte Exklusive Gateway (XOR Gateway). Das XOR Gateway kam in Form der Exclusive Choice Pattern in 55 (93%) und in Form der Simple Merge Pattern in 54 (ca. 92%) der 59 Prozesse vor. Dies ist ein Indiz dafür, dass in fast jedem Prozessmodell Entscheidungen getroffen werden müssen, um den weiteren Ablauf des Prozesses zu bestimmen. Wie bereits erwähnt, müssen an einer Universität viele Faktoren berücksichtigt werden, um z.B. die Zulassung eines Bewerbers genehmigen zu können oder mit den notwendigen Unterlagen weiterarbeiten zu können. Basierend auf diesen Bedingungen, wird der weiterführende Ablauf des Prozesses entschieden. Ferner ist bemerkenswert, dass bei den XOR Gateways nicht immer auf die Blockstrukturierung geachtet wurde. Dies ist insbesondere aus den absoluten Zahlen in Diagramm 3.1 ersichtlich. Wie zu erkennen ist, kam das Exclusive Choice wesentlich öfter vor als das Simple Merge. Dabei ist es gerade bei diesen Gateways von Bedeutung, auf die korrekte Struktur zu achten, um damit die Lesbarkeit erhöhen, die Zusammenhänge klarer zu gestalten und die Prozessübersichtlichkeit zu fördern.

Das Parallele Gateway kam in Form der Parallel Split und der Synchronization Pattern in jeweils 23,7% der Prozessmodelle zum Einsatz. Wie Diagramm 3.1 erahnen lässt wurde großer Wert auf die korrekte Blockstrukturierung gelegt. Mit Ausnahme von zwei Fällen wurden parallel laufende Zweige auch wieder synchronisiert. Vor allem beim Parallelen Gateway ist dies auch wichtig, um mögliche Modellierungsfehler und somit Deadlocks zu vermeiden. Bezüglich

des Inklusiven und des Ereignisbasierten Gateways kann keine Aussage im Hinblick auf die Einhaltung der Blockstruktur getroffen werden, da beide jeweils nur in einem der untersuchten Prozesse ein einziges Mal erschienen sind. Jedoch zeigt der seltene Einsatz dieser beiden Gateways, das z.B. bei Verzweigungen bevorzugt ein einfacher XOR Gateway anstatt einem Ereignisbasiertem Gateway eingesetzt bzw. für mehrere parallel laufende Pfade das Parallele Gateway an Stelle des Inklusiven Gateways bevorzugt wird.

Das Nachrichten-Zwischenereignis kam in etwa 46% der Prozessmodelle und damit relativ häufig vor. Wie bereits zuvor erwähnt, ist dies ein Hinweis darauf, dass häufig eine Interaktion zwischen verschiedenen Teilnehmern stattfindet. Dies ist insofern nachvollziehbar, da die Abteilungen einer Universität häufig mit einem Student oder Bewerber in Kontakt treten und mit diesem kommunizieren müssen. Ein Beispiel für eine solche Kommunikation ist in Abbildung 3.1 zu sehen.

Schließlich ist noch interessant zu sehen, auf welche Weise Schleifen modelliert wurden. In den untersuchten Prozessmodellen wurde mit 40,7% mehrheitlich die Strukturierte Variante gegenüber der Unstrukturierten mit 9% bevorzugt. Daraus ergibt sich, dass auch bei diesem Konstrukt eine geregelte Struktur für die Modellierung wichtig ist, um eine wiederholende Tätigkeit ordentlich zu realisieren. Bei der unstrukturierten Variante ist vor allem schwierig zu erkennen, welche Aktivität in welchem Bereich wiederholt durchgeführt wird. Das heißt auch, dass eine strukturierte Schleife die Lesbarkeit und Übersichtlichkeit eines Prozesses fördert. In Bezug auf die Blockstrukturiertheit der evaluierten Prozesse, zeigt Diagramm 3.4 eine prozentuale Übersicht. Es ist ersichtlich, dass lediglich ein Drittel der Prozessmodelle blockstrukturiert modelliert wurden. Da die Modellierungssprache BPMN eine unstrukturierte Notation ist und somit keine syntaktischen Einschränkungen vorgibt, ist es durchaus verständlich, dass die Mehrheit der Prozesse dementsprechend unstrukturiert modelliert wird. Vor allem bei großen Prozessmodellen wäre aber eine strukturierte Gestaltung wünschenswert, um die Komplexität zu begrenzen und somit die Übersichtlichkeit zu bewahren. Bei den untersuchten Prozessen war maßgeblich das XOR Gateway für dieses Resultat verantwortlich. Wie man in Diagramm 3.1 sieht, ist das parallele Gateway in seinen Formen als Parallel Split und als Synchronization fast gleich oft aufgetreten. Mit anderen Worten, falls eine Parallelisierung stattgefunden hat, wurde diese auch wieder korrekt synchronisiert. Beim Exclusive Choice und Simple Merge ist dies nicht der Fall. Diese Differenz hat folglich auch Auswirkungen auf die Blockstrukturiertheit der Prozesse.

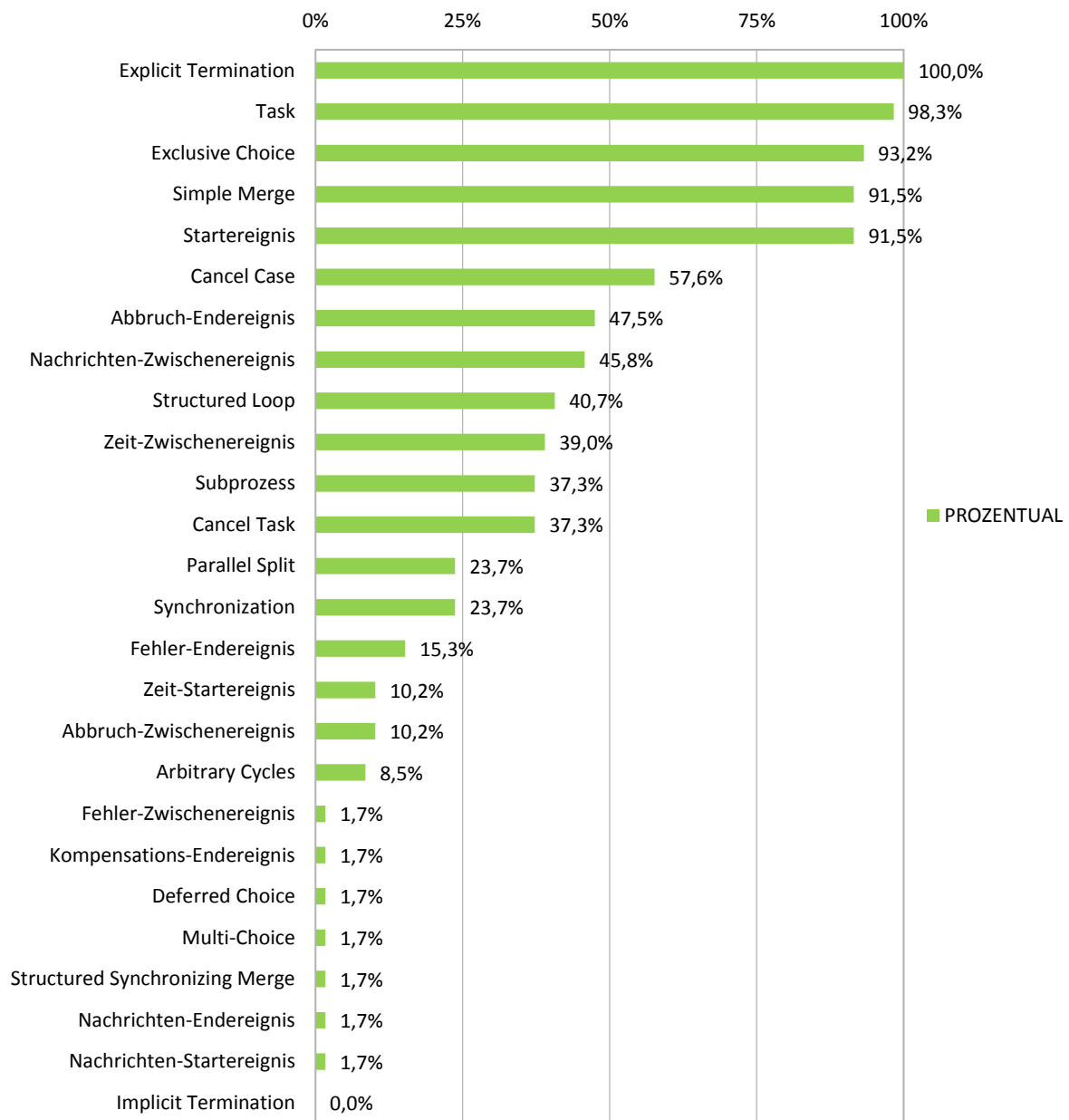


Diagramm 3.4: Häufigkeit der Modellierungselemente in den untersuchten Prozessen

Blockstrukturiertheit in %

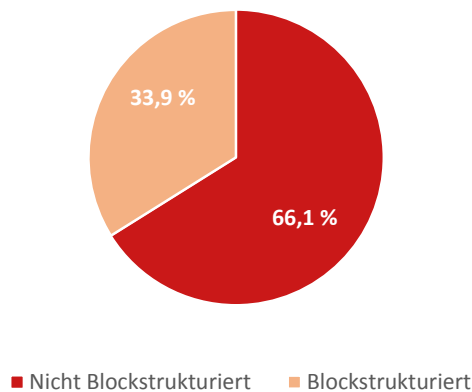


Diagramm 3.5: Blockstrukturiertheit der Prozessmodelle

3.4.2. Korrelationsanalyse

Auf Basis der erhobenen Daten sollte als nächstes die Frage beantwortet werden, welche der BPMN Modellierungselemente üblicherweise in Kombination auftreten und welche üblicherweise alternativ verwendet werden. Um diese Fragestellung zu beantworten, wurden die entsprechenden Daten analysiert. Dazu wurden die absoluten Zahlen der verwendeten Modellierungselemente benutzt. Es wurde eine Korrelationsmatrix erstellt, mit deren Hilfe Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Zufalls-Variablen ermittelt werden können. Der sogenannte Korrelationskoeffizient $r(k)$ kann einen Wert zwischen -1 und +1 annehmen und zeigt damit nicht nur wie stark der Zusammenhang der betrachteten Variablen ist, sondern auch in welche Richtung dieser geht. Demzufolge besteht bei einem Wert von +1 ein stark positiver und bei -1 ein stark negativer Zusammenhang. Bezogen auf diese Arbeit, deutet eine positive Korrelation auf eine häufige Kombination der Modellierungselemente hin. Wohingegen eine negative Korrelation auf eine alternative Nutzung hinweist. Zu beachten ist dabei, dass die Modellierungskonstrukte die bei den untersuchten Prozessen weniger als drei Mal erschienen sind bei der Erstellung der Korrelationsmatrix ausgenommen wurden. Aufgrund ihrer geringen Präsenz wäre kein aussagekräftiges Ergebnis bei der Analyse möglich gewesen. Im konkreten wurden das Fehler-Zwischenereignis, Kompensations-Endereignis, Deferred Choice, Multi-Choice, Structured Synchronizing Merge, Nachrichten-Startereignis, Nachrichten-Endereignis und Implicit Termination ausgenommen. Die resultierenden Ergebnisse der übrigen Modellierungselemente sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Im Anhang A ist die vollständige Tabelle mit den gesamten Ergebnissen der Korrelationsanalyse aufgeführt.

Parallel Split – Synchronization	Starke Korrelation $r(k) > 0,8$
Exclusive Choice – Simple Merge	
Cancel Task – Cancel Case	Mittelstarke Korrelation $r(k) = 0,7$
Nachrichten-Zwischenereignis – Cancel Case	Mittlere Korrelation $0,5 < r(k) < 0,7$
Zeit-Zwischenereignis – Cancel Case	
Nachrichten-Zwischenereignis - Cancel Task	
Abbruch-Zwischenereignis – Cancel Task	
Structured Loop – Exclusive Choice	Schwache Korrelation $r(k) < 0,5$
Structured Loop – Simple Merge	
Exclusive Choice – Cancel Case	
Zeit-Startereignis – Startereignis	Schwache <u>negative</u> Korrelation $0 > r(k) > -0,5$
Structured Loop – Startereignis	
Zeit-Startereignis – Cancel Case	
Abbruch-Endereignis – Fehler-Endereignis	
Startereignis – Exclusive Choice	

Tabelle 3.1: Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Wie nicht anders zu erwarten war, zeigt sich, dass zwischen den Verzweigenden und Zusammenführenden Gateways desselben Typs eine starke Korrelation besteht. Das Parallele Gateway und das datenbasierte Exclusive Gateway werden demnach in den meisten Fällen blockstrukturiert modelliert. Dieses Ergebnis, wurde bereits in der vorherigen Häufigkeitsanalyse ermittelt und konnte so nochmals bestätigt werden.

Zwischen dem Cancel Task Pattern, also dem Abbruch einer einzelnen Tätigkeit, und dem Cancel Case Pattern besteht ebenfalls ein starker Zusammenhang. Auch dieses Ergebnis wurde bereits diskutiert. Insbesondere führte in den untersuchten Prozessen der Abbruch einer einzigen Aktivität häufig dazu, dass der gesamte Prozess abgebrochen werden muss. Dieser Abbruch wiederum wurde häufig mit Hilfe eines eintretenden Zeit-Zwischenereignisses realisiert, welches an eine Aktivität angeheftet wurde. Aus diesem Grund besteht ebenfalls zwischen dem Zeit-Zwischenereignis und dem Cancel Case Pattern ein mittelstarker Zusammenhang.

Wie bereits in Kapitel 2.2.4 erläutert, dürfen Abbruch-Zwischenereignisse nur für Transaktionen, wie z.B. Subprozesse, verwendet werden. Entsprechend wurde dieses Ereignis nur in Kombination mit einem Subprozess vorgefunden. Da ein Subprozess wiederum eine andere Art der Aktivität ist, ergibt sich folglich eine Korrelation zwischen dem Abbruch-Zwischenereignis und dem Cancel Task.

Verwunderlich ist der gefundene Zusammenhang zwischen dem Nachrichten-Zwischenereignis und dem Cancel Case Pattern. Eine logische Erklärung hierfür ließ sich aus den entsprechenden Prozessmodellen nicht ableiten. Die gefundene mittlere Korrelation ist daher vermutlich lediglich darauf zurück zu führen, dass beide Modellierungselemente in einer Vielzahl von Prozessen gleichzeitig vorkamen. Dementsprechend besteht nur auf Grund dieses Zufalls ein Zusammenhang zwischen diesen Elementen. Ebenfalls konnte nicht geklärt werden, warum ein Zusammenhang zwischen dem Nachrichten-Zwischenereignis und dem Cancel Task Pattern besteht. Dies soll daher an dieser Stelle als eine interessante Beobachtung festgehalten werden.

Obwohl ein Structured Loop, wie in Kapitel 2.3.5 beschrieben, immer durch zwei XOR Gateways modelliert wird, ergab sich zwischen den beiden Elementen trotzdem nur eine schwache Korrelation. Der Grund hierfür ist in der ungleichmäßigen Verwendung der beiden Modellierungselemente zu sehen. Insbesondere wurde das XOR Gateway wesentlich häufiger verwendet als das Structured Loop Pattern. Damit wurde das XOR Gateway auch häufig nicht in Kombination mit einem Structured Loop verwendet. Dagegen wurde ein Structured Loop immer mit XOR Gateways erstellt.

Zuletzt ist ersichtlich, dass zwischen dem Exclusive Choice Pattern und dem Cancel Case Pattern ebenso eine schwache Korrelation besteht. Nach genauerer Betrachtung kann dies durch Abbildung 3.1 erklärt werden. Am Ende des Prozesses, bei der Fallunterscheidung, ob der Bewerber an der Universität zugelassen wird oder nicht, wird bei einer negativen Antwort die Prozessinstanz abgebrochen. Dieses Konstrukt kommt relativ häufig in den untersuchten Prozessmodellen vor und trägt damit zu einem positivem Zusammenhang der beiden Modellierungselemente bei.

Weitere Modellierungselemente die eine positive Korrelation aufweisen, können aus der Tabelle A.1 im Anhang A entnommen werden.

Hinsichtlich der negativen Korrelation, also der alternativen Nutzung bestimmter Modellierungselementen, ergaben sich einige interessante Ergebnisse. Als erstes war auch hier zu erwarten, dass zwischen dem blanko Startereignis und dem Zeit-Startereignis eine negative Korrelation besteht. Insbesondere wird eine Prozessinstanz entweder durch das eine oder das andere Startereignis gestartet. Die gleichzeitige Verwendung beider ist nicht sinnvoll.

Bemerkenswert ist jedoch, dass sowohl das Structured Loop Pattern als auch das Exclusive Choice Pattern eine negative Korrelation zum Startereignis aufweisen. Auch zu dieser Besonderheit konnte keine Erklärung gefunden werden. Weiterhin ist zu sehen, dass zwischen dem Zeit-Startereignis und dem Cancel Case Pattern eine negative Korrelation besteht. Dies lässt sich wohl nur durch einen Zufall erklären. Insbesondere kam das Zeit-Startereignis gegenüber dem Cancel Case Pattern relativ selten vor. Damit kann vermutet werden, dass zufälligerweise nicht beide Modellierungselemente in einem Prozessmodell gleichzeitig aufgetreten sind, da

ausdrücklich kein semantischer Zusammenhang zwischen beiden Konstrukten besteht. Schließlich wurde als Alternative zum oft verwendeten Abbruch-Endereignis in manchen Fällen das Fehler-Endereignis verwendet, so dass auch zwischen diesen eine „Entweder-oder-Beziehung“ besteht.

Weitere Modellierungselemente zwischen denen eine negative Korrelation besteht sind in Tabelle A.1 im Anhang A zu sehen.

3.4.3. Clusteranalyse

Zusätzlich zur Korrelationsanalyse, mit welcher die alternative Nutzung oder die Kombination der Modellierungselemente untersucht wurde, ist es noch interessant zu wissen welche Modellierungselemente zu „ähnlichen“ Gruppen zusammengefasst werden können und ob diese auch in der Praxis entsprechend eingesetzt werden. Unter „ähnlich“ ist dabei nicht das Aussehen der Elemente zu verstehen, sondern ob Ähnlichkeitsstrukturen zwischen den Elementen in den Datenbeständen entdeckt werden können. Zu diesem Zweck wurde mithilfe der Statistiksoftware IBM SPSS [IBM] eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt und zur Visualisierung der Ergebnisse ein Dendrogramm erstellt. Letzteres ist in Diagramm 3.6 abgebildet. Mit Hilfe der Clusteranalyse werden sukzessive homogene Objekte bzw. Cluster zu einem neuen Cluster fusioniert. Dies wird solange fortgeführt, bis am Ende ein letzter großer Cluster übrig bleibt, welcher folglich alle zuvor ermittelten Cluster enthält. Diagramm 3.6 veranschaulicht das Ergebnis der Analyse in einem Dendrogramm. Die X-Achse zeigt die Objekte, in diesem Fall die Modellierungselemente, und die Y-Achse zeigt die Werte des Abstandmaßes (hier die quadrierte euklidische Metrik) an. Zur Berechnung von Ähnlichkeiten wurden die absoluten Werte der verwendeten Modellierungselemente in standardisierte Werte (Z-Score) umgewandelt. Ein Wert von Null bedeutet, dass die Modellierungselemente einen Abstand von „Null“ besitzen, und damit eine maximale Ähnlichkeit aufweisen.

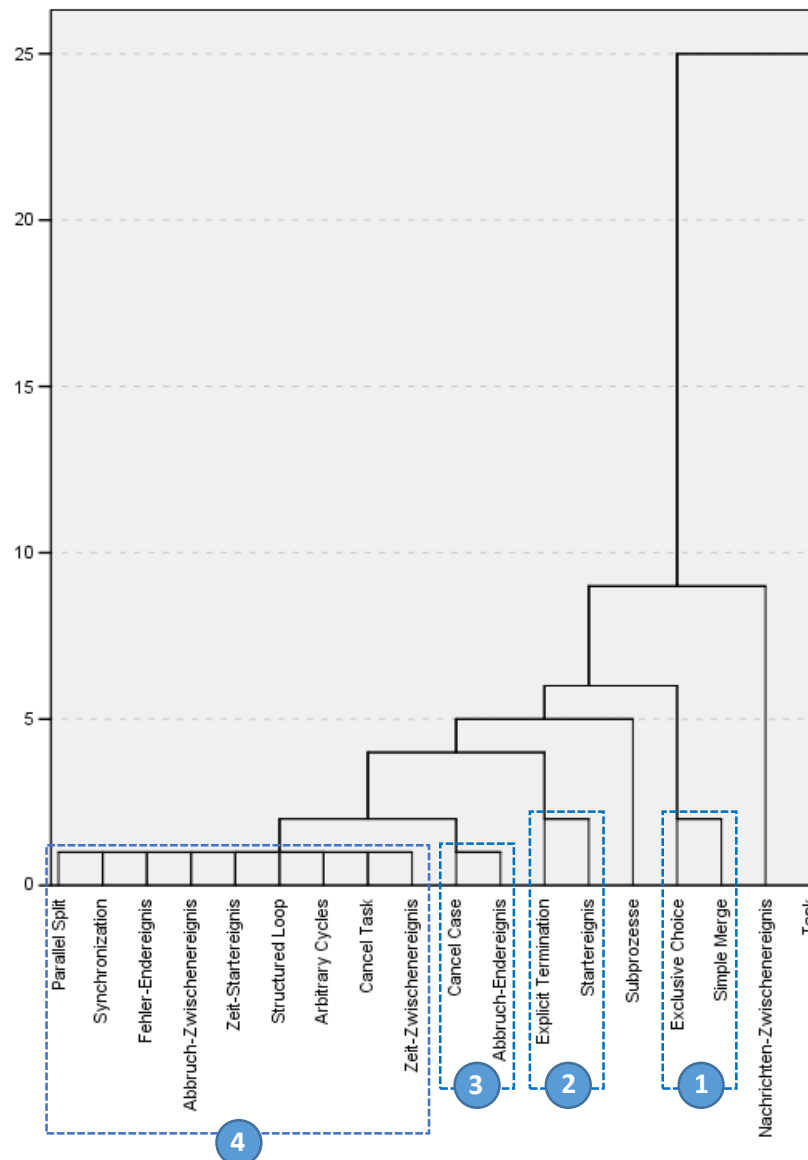


Diagramm 3.6: Ergebnisse der Clusteranalyse

Im Diagramm 3.6 wurden vier Cluster hervorgehoben. Die Modellierungselemente in diesen Clustern zeigen die höchste Ähnlichkeit auf. Das erste Cluster umfasst dabei das Exclusive Choice Pattern und das Simple Merge Pattern. Dieses Resultat ist anhand der vorherigen Analysen leicht nachvollzogen. Im nächsten Cluster wurden das Explicit Termination Pattern, also das Endereignis, und das Startereignis gruppiert. Verständlicherweise bilden diese beiden Modellierungselemente eine Gruppe, da ein Prozess, wie zuvor bereits erwähnt, per Definition einen festgelegten Start und ein festgelegtes Ende hat. Dieses Cluster beinhaltet somit zwei Basis-Modellierungselemente für die Gestaltung eines jeden Prozessmodells. Das Cancel Case Pattern und Abbruch-Endereignis stellen das dritte Cluster dar. Dies bestätigt auch lediglich die bereits gemachten Beobachtungen über diese Modellierungselemente hinsichtlich ihrer gemeinsamen Nutzung. Zuletzt formen die Modellierungselemente in der vierten Markierung ein Cluster. Dieses Cluster beinhaltet die Elemente welche nur selten gebraucht

wurden, wie beispielsweise das Fehler-Endereignis oder Zeit-Startereignis. Bis zu einem Ähnlichkeitswert von ca. 10 werden weitere Cluster zusammengefügt. Ab diesem Wert erfolgt ein großer Sprung des Ähnlichkeitswertes. Das bedeutet, dass bei 10 ein Schwellenwert liegt, da ab diesem Wert die Zusammengeschlossenen Cluster zu „unähnlich“ sind [BPW10]. Hier finden sich zwei Cluster, von denen das eine nur das Modellierungselement Task und das andere Cluster alle übrigen Modellierungselemente enthält. Somit zeigt auch diese Analyse, dass eine Aktivität (Task) das grundlegende Modellierungselement in der Geschäftsprozessmodellierung ist und als Hauptmerkmal dieser anzusehen ist.

4

Verwandte Arbeiten

Ähnlich wie in dieser Arbeit, wurde die Modellierungssprache BPMN auch in anderen Studien hinsichtlich ihrer praktischen Nutzung untersucht und bewertet. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse die sich aus der vorliegenden Arbeit ergeben mit den Ergebnissen verwandter Untersuchungen verglichen, um somit Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu ermitteln.

Durch seine Standardisierung konnte BPMN in nur kurzer Zeit eine weite Verbreitung in der Praxis finden. BPMN bietet dabei ein breites Spektrum an Modellierungselementen – weit mehr als andere Notationen. Da aber nicht alle Modellierungselemente in der Praxis im gleichen Maße wichtig sind, erfolgten verschiedene Untersuchungen zur Verwendung von BPMN. [MR08] untersucht den praktischen Nutzen von BPMN in Prozessmodellen. Die Autoren evaluieren 120 Prozesse, welche mit der Modellierungssprache BPMN gestaltet wurden, um herauszubekommen, welche der Modellierungselemente in der Praxis relevant sind bzw. regelmäßig genutzt werden. Hierzu stellen sie eine Sammlung von Prozessmodellen aus drei unterschiedlichen Quellen zusammen. Ein Teil der BPMN Prozessdiagramme wurde per Suchmaschine aus dem Internet ausgewählt, ein weiterer Teil stammt aus Consultingprojekten zu denen die Autoren Zugang haben und einige Prozesse wurden von den Autoren durchgeführten BPMN Weiterbildungsseminaren zusammengestellt. Im Gegensatz zu dieser Arbeit be-

schränkten sich die Autoren der Studie nicht auf die Elemente zur Modellierung des Kontrollflusses sondern betrachten alle 50 Modellierungselemente die BPMN 1.0 bereitstellt. Die Autoren untersuchen ebenfalls die Frage, welche Teilmenge der BPMN Symbolpalette praktisch verwendet wird und demnach wichtig ist. Hierzu wenden sie verschiedene statistische Techniken an. Sie beginnen mit einer Häufigkeitsanalyse. Dabei zeigt sich, dass nur vier Modellierungselemente in mehr als der Hälfte der Prozessmodelle regelmäßig verwendet wird [MR08]. Diese sind der Sequenzfluss, der Task, das Startereignis und das Endereignis. Die anderen Modellierungselemente werden laut der Untersuchung nur unregelmäßig benutzt. Die Autoren argumentieren, dass die Verteilung der BPMN Symbole in der Praxis der Häufigkeitsverteilung der Wörter der natürlichen Sprache ähnelt und dem Zipfschen Gesetz unterliegt [MR08]. Die Frage welche Modellierungselemente in Kombination und welche alternativ eingesetzt werden, untersuchen die Autoren ebenfalls mit einer Korrelationsanalyse. Das Ergebnis ist, dass die meisten Kombinationen den grammatikalischen Regeln von BPMN gehorchen, wie z.B. das ein Datenobjekt mit einer Assoziation verknüpft sein muss, ein Pool nur durch einen Nachrichtenfluss mit einem anderen Pool kommunizieren kann, eine Lane einen Pool benötigt und Prozessmodelle einen definierten Anfang und Ende besitzen. Hinsichtlich der alternativen Nutzung der Modellierungselemente stellen sie ebenfalls interessante Ergebnisse fest. So zeigt sich beispielsweise, dass häufig statt einem XOR Gateway ein datenbasiertes XOR Gateway verwendet wird, um somit die Semantik der Prozessmodelle zu verfeinern. [MR08] analysiert außerdem durch eine hierarchische Clusteranalyse Gruppierungen von BPMN Modellierungselementen in der praktischen Nutzung. Dabei zeigt sich, dass das Task und der Sequenzfluss sowie das Start- und Endereignis ein Cluster bilden, welches die einfachsten Elemente eines Prozessmodelles darstellt. Das nächste Cluster umfasst Modellierungselemente die zum Ausgestalten und erklären der Prozesse benutzt werden, wie etwa Text Annotationen und Gateways. Zusätzlich werden Gruppierungen von Modellierungselementen festgestellt, die Auskunft über organisatorische Aufgabenverteilungen und die erforderlichen Rollen und Zuständigkeiten geben, wie z.B. Pools und Lanes. [MR08] führt noch einige andere statistische Analysen durch. Insgesamt argumentieren die Autoren, dass nicht alle BPMN Modellierungselemente gleichermaßen für die Modellierung von Geschäftsprozessen verwendet werden. Laut ihrer Analyse werden nur 20% der angebotenen Symbolpalette regelmäßig verwendet und einige Modellierungselemente wurden sogar in keine der untersuchten Prozessmodelle vorgefunden. Die Analyse zeigt, dass ein durchschnittlicher BPMN Prozessmodell lediglich neun unterschiedliche Modellierungselemente beinhaltet. Dabei haben komplexere Prozessmodelle nur vier bis fünf Modellierungselemente mit diesen gemeinsam. Das heißt, nur eine kleine abgestimmte Teilmenge von BPMN 1.0 konnte durch die Evaluierung bestätigt werden.

4.1. Vergleich der Ergebnisse

Es bestehen viele Gemeinsamkeiten zwischen den Ergebnissen der Analyse aus dieser Arbeit und den Ergebnissen von [MR08]. Aus beiden Untersuchungen geht hervor, dass für die Modellierung von Geschäftsprozessen mit BPMN nur eine kleine Palette an Modellierungselementen benötigt wird. Diese Auswahl besteht größtenteils aus den BPMN Kernelementen. Die Evaluierung in dieser Arbeit hat gezeigt, dass in einem Prozessmodell durchschnittlich nur sieben unterschiedliche Modellierungselemente verwendet werden. Davon werden aber nur vier Modellierungselemente wirklich sehr oft und mehrfach verwendet. Diese Werte liegen sehr nahe an den Ergebnissen von [MR08] und bestätigen somit deren Resultat. Als nächstes können die Ergebnisse der Korrelationsanalyse verglichen werden. Da in dieser Evaluierung nicht alle BPMN Modellierungselemente betrachtet wurden, bestehen hier Unterschiede zur Auswertung der beiden Autoren. Das zentrale Ergebnis ist aber das Gleiche. Insbesondere wird bei der Modellierung größtenteils auf die grammatikalischen Regeln von BPMN Acht gegeben, beispielsweise wenn es um die Kombination von zwei verschiedenen Modellierungselementen geht. Als Beispiel sei hier noch genannt, dass nach einem Exclusive Choice in den meisten Fällen ein Simple Merge folgt. Zu erwähnen ist, dass die in dieser Arbeit untersuchten Prozessmodelle oftmals mit einem Cancel Case Konstrukt modelliert sind, welches Auskunft darüber gibt, dass je nach Umständen ein Prozess oftmals abgebrochen werden muss. Daher bestehen im Gegensatz zu [MR08] viele Korrelationen mit Modellierungselementen, die die Eigenschaft besitzen ein Prozess vorzeitig zu beenden. Bezüglich der Ergebnisse zur alternativen Nutzung von den Modellierungselementen gibt es ebenfalls einige Gemeinsamkeiten. Insbesondere wird häufig statt einem blanko Start Ereignis ein spezifischeres Starterereignis, wie das Nachrichten- oder Zeit-Starterereignis verwendet. Eine negative Korrelation zwischen dem Starterereignis und dem datenbasiertem Exklusivem Gateway wurde auch in [MR08] festgestellt. Warum dieser Zusammenhang besteht, konnten jedoch hier die Autoren nicht wirklich erklären. Verglichen mit den Ergebnissen der Clusteranalyse kann festgehalten werden, dass das Modellierungselement Task zweifellos das Kernelement bei der Modellierung eines Geschäftsprozesses darstellt. Ein Unterschied zu [MR08] kann hier jedoch ebenfalls erkannt werden. Bei der Auswertung der Clusteranalyse in [MR08] ergeben sich zum Schluss zwei Cluster, wobei das eine Cluster die Modellierungselemente Task und das Start- und End-Ereignis beinhaltet und das andere Cluster alle restlichen Modellierungselemente. Das bei der Evaluierung in [MR08] das Start- und Endereignis zusammen mit dem Task ein großes Cluster bilden ist ein Indiz dafür, dass in den untersuchten Prozessmodellen diese beiden Modellierungselemente in ähnlichem Maße wie das Task vertreten waren. Dies war bei den hier untersuchten Prozessmodellen nicht der Fall. Aus beiden Analysen tritt weiterhin hervor, dass diejenigen

Modellierungselemente, mit denen ein bestimmter Sachverhalt dargestellt werden kann, in einer Gruppe auftauchen. Konkrete Beispiele hierfür sind etwa Modellierungselemente mit denen ein Prozessmodell beschrieben werden kann, wie z.B. durch Gateways oder Modellierungselemente, die die Abgeschlossenheit eines Prozesses repräsentieren, wie das Start und End-Ereignis.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse aus [MR08] die Resultate dieser Arbeit in großen Teilen bestätigen. Dabei gibt es jedoch einige Unterschiede die höchstwahrscheinlich auf die Auswahl der untersuchten Prozessmodelle zurück zu führen sind. Daher ist die Analyse einer größeren Anzahl an Prozessmodellen aus unterschiedlichen Quellen notwendig, um die bisherigen Resultate zu bestätigen bzw. zu verfeinern.

5

Fazit

In diesem letzten Kapitel soll nun nach der Evaluierung von BPMN eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse gegeben und diese kritisch betrachtet werden.

In dieser Arbeit wurde die Notation BPMN 2.0 hinsichtlich ihrer praktischen Nutzung bewertet. Dazu wurden 59 reale Prozessmodelle aus dem Universitären Umfeld betrachtet und mit unterschiedlichen statistischen Verfahren analysiert. Es wurde versucht herauszufinden, welche Modellierungselemente von BPMN für die Modellierung von Geschäftsprozessen in der praktischen Anwendung tatsächlich relevant sind. Das wichtigste Ergebnis ist, dass in der Praxis nur eine kleine Menge an Modellierungselementen benötigt wird, um einen ausdrucksvollen und korrekten Prozess zu gestalten. Die Evaluierung ergab, dass im Schnitt für ein Prozessmodell nur ca. 7 - 8 verschiedene Modellierungselemente benötigt werden. Dieser Wert liegt weit unter der Anzahl der angebotenen Symbole von BPMN 2.0. Aus der Häufigkeitsanalyse konnte auch entnommen werden, dass lediglich vier Modellierungselemente regelmäßig und oft eingesetzt wurden, und zwar das Task, das datenbasierte Exklusive Gateway, das Nachrichten-Zwischenereignis und das Endereignis. Diese Modellierungselemente gehören zu den Basiselementen von BPMN und sind ein Indiz dafür, dass bei der Ausgestaltung von Geschäftsprozessen häufig keine komplexen Konstrukte verwendet werden. Man darf hierbei aber nicht vergessen, dass die Modellierung auch stark vom jeweiligen Modellierer abhängt,

da jeder andere Kenntnisse und Erfahrungen beim Ausgestalten der Prozesse besitzt. Da Mitarbeiter aus den Fachbereichen ihre Prozessmodelle aus fachlicher Sicht beschreiben, ist eine einfache und kleine Symbolpalette meist ausreichend. Auf fachlicher Ebene wird meist nur beschrieben, welche Arbeitsschritte wann und von wem erledigt werden, wo eventuell Entscheidungen im Prozessverlauf getroffen werden und an welcher Stelle mit anderen Teilnehmern kommuniziert werden muss. Aus diesem Grund ist es wichtig bei der Modellierung zwischen fachlicher und technischer Ebene zu unterscheiden, um die Komplexität der Symbolpalette einzugrenzen. Aus der Untersuchung ging zusätzlich hervor, dass die meisten Kombinationen der Modellierungselemente den grammatikalischen Regeln von BPMN entsprechen, z.B. müssen eintretende Zwischenereignisse an einer Aktivität angeheftet sein, um einen Cancel Task zu realisieren. Ein weiteres Ergebnis ist, dass die meisten Prozessmodelle nicht blockstrukturiert gestaltet werden. Dieser Punkt sollte aber nicht missachtet werden, da eine unstrukturierte Modellierung häufig zu Deadlocks führen kann. Mit einer strukturierten Modellierung können solche Laufzeitfehler von vornherein ausgeschlossen werden und zudem ein übersichtliches Prozessmodell gewährleistet werden. Natürlich können aus den Ergebnissen aus dieser Arbeit keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, da nur eine relativ kleine Datenquelle mit 59 Prozessmodellen untersucht wurden. Verglichen mit der Studie von zur Muehlen und Recker kann jedoch gesagt werden, dass die in dieser Arbeit getroffenen Schlussfolgerungen hinsichtlich der allgemeinen Nutzung von BPMN sehr praxisnahe und realistische Aussagen erlauben.

A

Anhang

In diesem Anhang werden die vollständigen Ergebnisse der Korrelationsanalyse von Kapitel 3.4.2 dargestellt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle A.1 zu sehen.

Parallel Split – Synchronization	Starke Korrelation $r(k) > 0,8$
Exclusive Choice – Simple Merge	
Cancel Case – Explicit Termination	
Cancel Case – Abbruch-Endereignis	
Zeit-Zwischenereignis – Cancel Task	
Abbruch- Endereignis – Explicit Termination	
Cancel Task – Cancel Case	Mittelstarke Korrelation $r(k) = 0,7$
Cancel Task – Explicit Termination	
Cancel Task – Abbruch-Endereignis	
Task - Synchronization	
Nachrichten-Zwischenereignis – Cancel Case	Mittlere Korrelation $0,5 < r(k) < 0,7$
Zeit-Zwischenereignis – Cancel Case	
Nachrichten-Zwischenereignis - Cancel Task	
Abbruch-Zwischenereignis – Cancel Task	
Nachrichten-Zwischenereignis – Abbruch-Endereignis	
Nachrichten-Zwischenereignis – Explicit Termination	

Zeit-Zwischenereignis – Abbruch-Endereignis	
Zeit-Zwischenereignis – Explicit Termination	
Zeit-Zwischenereignis – Nachrichten-Zwischenereignis	
Task – Parallel Split	
Task – Exclusive Choice	
Task – Simple Merge	
Structured Loop – Exclusive Choice	Schwache Korrelation $r(k) < 0,5$
Structured Loop – Simple Merge	
Exclusive Choice – Cancel Case	
Exclusive Choice – Explicit Termination	
Exclusive Choice – Abbruch-Endereignis	
Structured Loop – Simple Merge	
Task – Cancel Case	
Task – Explicit Termination	
Task – Nachrichten-Zwischenereignis	
Zeit-Startereignis – Startereignis	Schwache <u>negative</u> Korrelation $0 > r(k) > -0,5$
Structured Loop – Startereignis	
Zeit-Startereignis – Cancel Case	
Abbruch-Endereignis – Fehler-Endereignis	
Startereignis – Exclusive Choice	

Tabelle A.1: Vollständige Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Business Process Diagramm (BPD, dt. Prozessdiagramm)	7
Abbildung 2.2: Kollaborationsdiagramm	8
Abbildung 2.3: Aufgabe	8
Abbildung 2.4: Subprozess	8
Abbildung 2.5: Sequenzfluss	9
Abbildung 2.6: Nachrichtenfluss	9
Abbildung 2.7: Ungerichtete Assoziation	9
Abbildung 2.8: Gerichtete Assoziation	9
Abbildung 2.9: Beidseitige Assoziation	9
Abbildung 2.10: Startereignis.....	10
Abbildung 2.11: Zeit-Startereignis	10
Abbildung 2.12: Nachrichten-Startereignis.....	10
Abbildung 2.13: Zeit- Zwischenereignis	11
Abbildung 2.14: Nachrichten-Zwischenereignis (eintretend)	11
Abbildung 2.15: Nachrichten-Zwischenereignis (auslösend).....	11
Abbildung 2.16: Fehler- Zwischenereignis	11
Abbildung 2.17: Abbruch-Zwischenereignis	11
Abbildung 2.18: Endereignis.....	12
Abbildung 2.19: Nachrichten-Endereignis.....	12
Abbildung 2.20: Fehler-Endereignis.....	12
Abbildung 2.21: Abbruch-Endereignis	12
Abbildung 2.22: Kompensations-Endereignis	12
Abbildung 2.23: Paralleles Gateway	13
Abbildung 2.24: Datenbasiertes Exklusives Gateway	13
Abbildung 2.25: Inklusives Gateway	13
Abbildung 2.26: Ereignisbasiertes Gateway	14
Abbildung 2.27: Parallel Split.....	16
Abbildung 2.28: Synchronization	16

Abbildung 2.29: Exclusive Choice	16
Abbildung 2.30: Simple Merge.....	17
Abbildung 2.31: Multi-Choice.....	17
Abbildung 2.32: Structured Synchronization Merge	17
Abbildung 2.33: Deferred Choice.....	18
Abbildung 2.34: Cancel Task.....	19
Abbildung 2.35: Cancel Case	19
Abbildung 2.36: Structured Loop	20
Abbildung 2.37: Arbitrary Cycles.....	20
Abbildung 2.38: Implicit Termination.....	21
Abbildung 2.39: Explicit Termination.....	21
Abbildung 3.1: Beispiel BPMN 2.0 Prozessmodell (Losverfahren)	26

Diagrammverzeichnis

Diagramm 3.1: Absolute Anzahl der untersuchten Modellierungselemente	28
Diagramm 3.2: Blockstrukturiertheit der Prozessmodelle (Absolute Zahlen)	29
Diagramm 3.3: Durchschnittliche Verwendung der untersuchten Modellierungselemente	30
Diagramm 3.4: Häufigkeit der Modellierungselemente in den untersuchten Prozessen	34
Diagramm 3.5: Blockstrukturiertheit der Prozessmodelle.....	35
Diagramm 3.6: Ergebnisse der Clusteranalyse.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Aktivitäten	9
Tabelle 2.2: Konnektoren	10
Tabelle 2.3: Ereignisse	12
Tabelle 2.4: Gateways	14
Tabelle 2.5: Basic Control Flow Patterns	17
Tabelle 2.6: Advanced Branching and Synchronization Patterns	18
Tabelle 2.7: State-based Patterns	18
Tabelle 2.8: Cancellation and Force Completion Patterns	19
Tabelle 2.9: Iteration Patterns	21
Tabelle 2.10: Termination Patterns	21
Tabelle 3.1: Ergebnisse der Korrelationsanalyse	36
Tabelle A.1: Vollständige Ergebnisse der Korrelationsanalyse	48

Literaturverzeichnis

-
- [All08] T. Allweyer. *BPMN Business Process Modeling Notation, Einführung in den Standard für Geschäftsprozessmodellierung*. BoD – Books on Demand, 2008.
- [Sta06] J.L. Staud. *Geschäftsprozessanalyse: Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware*, Springer Verlag, 2006.
- [FRH10] J. Freund, B. Rücker, T. Henning. *Praxishandbuch BPMN*. Carl Hanser Verlag, 2010.
- [Koc11] C. Kocian. *Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN 2.0, Business Process Model and Notation im Methodenvergleich*. Technical Report 16, KNU Working Paper, 07/2011.
- [Bos09] Bosch Software Innovations GmbH. *Regeln und Zustände grafisch modellieren* [online]. 2009, unter: <http://www.bosch-si.com/de/produkte/business-rules-management-brm/graphische-modellierung/grafische-modellierung.html> [zuletzt aufgerufen am 20.08.2014]
- [Mun08] N. Munbrod. *Abbildbarkeit unstrukturierter Prozessmodelle auf strukturierte Workflows, eine Untersuchung am Beispiel BPMN und ADEPT*. Bachelorarbeit, Universität Ulm, August 2008.
- [MRA10] J. Mendling, H. A. Reijers, W.M.P. van der Aalst. *Seven process modeling guidelines (7PMG)*. Information and Software Technology, 52(2):127--136, 2010.
- [Sch02] A.-W. Scheer. *ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem*. Springer Verlag, 2002.

-
- [OMG12] OMG – Object Management Group. *Unified Modeling Language (UML Version 2.4.1)*. 2012. <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>
- [ISO13] ISO – International Organization for Standardization. *ISO/IEC 19510:2013 - Object Management Group Business Process Model and Notation*. Juli 2013. <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/index.html>
- [OMG11] OMG – Object Management Group. *Business Process Model and Notation (BPMN Version 2.0)*. 2011. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
- [GHJV95] E. Gamma, E. Helm, R. Johnson, J. Vlissides. *Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Longman Verlag, 1995
- [Mön12] H. Mönnich. *Ein Steuersystem für die telemanipulierte und autonome roboter-gestützte Chirurgie*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, 2012.
- [WPI] Workflow Pattern Initiative [online]. <http://www.workflowpatterns.com/> [zuletzt aufgerufen am 28.10.2014]
- [AHKB03] W.M.P. van der Aalst, A.H.M. ter Hofstede, B. Kiepuszewski, A.P. Barros. *Workflow Patterns. Distributed and Parallel Databases*, 14(1):5-51, 2003
- [RHEA04] N. Russel, A.H.M. ter Hofstede, D. Edmond, W.M.P. van der Aalst. *Workflow Data Patterns*. QUT Technical report, FIT-TR-2004-01, Queensland University of Technology, Brisbane, 2004.
- [RHEA04] N. Russel, A.H.M. ter Hofstede, D. Edmond, W.M.P. van der Aalst. *Workflow Resource Patterns*. BETA Working Paper Series, WP 127, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2004.
- [RAH06] N. Russel, W.M.P. van der Aalst, A.H.M. ter Hofstede. *Exception Handling Patterns in Process-Aware Information Systems*. BPM Center Report, BPM-06-04, 2006. <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-04.pdf>
- [RHAM06] N. Russel, A.H.M. ter Hofstede, W.M.P. van der Aalst, N. Mulyar. *Workflow Control-Flow Patterns: A Revised View*. BPM Center Report, BPM-06-22, 2006. <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-22.pdf>

-
- [WADHR06] P. Wohed, W.M.P. van der Aalst, M. Dumas, A.H.M. ter Hofstede, N. Russel. *Pattern-based Analysis of BPMN – An extensive evaluation of the Control-flow, the Data and the Resource Perspectives (revised version)*. BPM Center Report, BPM-06-17, 2006. <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-17.pdf>
- [Sig] Signavio GmbH [online]. <http://www.signavio.com/de/> [zuletzt aufgerufen am 28.10.2014]
- [IBM] IBM – SPSS Software [online]. www.ibm.com/software/de/analytics/spss/ [zuletzt aufgerufen am 28.10.2014]
- [BPW10] J. Bacher, A. Pöge, K. Wenzig. *Clusteranalyse – Anwendungsorientierte Einführung in Klassifikationsverfahren*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2010.
- [MR08] M. zur Muehlen, J. Recker. *How much language is enough? Theoretical and practical use of the business process modeling notation*. 20th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 2008), LNCS 5074, pp. 465-479, Springer Verlag, 2008.

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den

Fatma Gündogdu